NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06637693 4

Digitized by Google

Digitized by Google

Harrison
3-VHV
Digitized by Google

Neuer

Schauplatz der Künſte und Handwerke.

Mit

Berückſichtigung der neueſten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Geſellſchaft von Künſtlern, Technologen und Profeſſioniſten.

Mit vielen Abbildungen.

Hundert und zwölfter Band.

Vollſtändige Brennmaterialkunde. Zweite Auflage.

Weimar, 1847.

Verlag, Druck und Lithographie von B. F. Voigt.

Digitized by Google

Vollſtändige

Brennmaterialkunde,

oder

die Eigenſchaften und Gewinnung der verſchiedenen in den Gewerben und dem Haushalte angewendeten rohen und durch die Wald- und Ofenverkohlung, ſo wie durch Meiler- und Ofenvercoakung dargeſtellten Brennſtoffe.

Nebſt

Bemerkungen über die dabei erlangten Nebenproducte,

als

des Holzeſſigs, Theers ꝛc.,

und mit Anhängen über die Gewinnung der Knochenkohle, über die Wirkung der Brennmaterialien und über die allgemeinen Grundſätze der Heizung.

Für

Forſt- und Hüttenmänner, Kameraliſten, Fabricanten und Gewerbetreibende jeder Art.

Nach eignen Erfahrungen und den beſten Hülfsmitteln bearbeitet

von

Carl Hartmann.

Zweite ſehr vermehrte Ausgabe.

Mit 4 lithograph. Quarttafeln.

Weimar, 1847.

Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

ASTOR LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Die Lehre von den, gewöhnlich in den Gewerben und im Haushalte angewendeten Brennmaterialien, d. h. von dem Holze, den Holzkohlen, den Steinkohlen, den Coaks, dem Torfe und den Torfkohlen, iſt von ſolcher Wichtigkeit, daß der geehrte Verleger des „Schauplatzes" es für nöthig erachtete, ihr ein beſonderes Bändchen deſſelben zu widmen. — Der Unterzeichnete unterzog ſich dieſer Aufgabe, benutzte dabei die beſten Hülfsmittel, wie beſonders des Herrn

Digitized by Google

Geheimraths Karſten zu Berlin „Syſtem der Metallurgie“, des Herrn Profeſſors Schubarth daſelbſt „Handbuch der techniſchen Chemie“, ſo wie mehrere einzelne Abhandlungen und hofft, damit den Gewerbetreibenden und Landwirthen ein zweckmäßiges und unterrichtendes Buch in die Hände gegeben zu haben.

Die neue Ausgabe iſt überall da, wo es erforderlich war, beſonders in Beziehung auf das Trocknen und Dörren des Holzes und Torfes, ſehr ergänzt worden und hat auch neue Anhänge über die Wirkung der Brennmaterialien und über die allgemeinen Grundſätze der Heizung, erhalten. Die zweite Ausgabe iſt daher eine wahrhaft vermehrte.

Weimar im Auguſt 1847.

C. Hartmann.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Einleitung 1

Erſter Abſchnitt.

Von dem Holze und deſſen Verkohlung 11

Erſtes Capitel.

Von dem Holze . . . . —
Trocknen des Brennholzes an der Luft . . . 32
Dörren deſſelben 36

Zweites Capitel.

Von dem Verkohlen des Holzes und von der Holzkohle. 40
I. Verkohlung unter beweglichen Decken . . . 62
1. Die Verkohlung in ſtehenden und liegenden Meilern 63
2. Die Verkohlung in Haufen 84
II. Verkohlung des Holzes in Oefen . . . 90
1. Verkohlungsöfen, die von Außen geheizt werden . . . . —
a) Theeröfen 91
b) Verkohlung in Cylindern 99
2. Verkohlungsöfen mit Zutritt von atmoſphäriſcher Luft 100

Digitized by Google

Seite
3. Verkohlungsöfen ohne Luftzutritt, durch Erhitzung des Holzes mittelſt glühender eiſerner Röhren 105
4. Verkohlungsöfen durch's Erhitzen des Holzes mittelſt glühender zerſetzter Luft . 106

Zweiter Abſchnitt.

Von dem Torfe und deſſen Verkohlung . . . 107

Dritter Abſchnitt.

Von den Stein- und Braunkohlen und deren Verkohlung 113

Erſtes Capitel.

Von den Stein- und Braunkohlen, deren Eigenſchaften und Arten . . . . —

Zweites Cpitel.

Von der Verkohlung der Steinkohlen 119
1. Verkohlen der Steinkohlen in Meilern . 121
a) Vercoaken der Stückkohlen . . . —
b) " der Staubkohlen . . . 125
2. Verkohlen der Steinkohlen in Oefen . . —
a) Vercoaken der Stückkohlen . . . —
b) " der kleinen Kohlen . . . 126
Steinkohlenruß 130

Vierter Abſchnitt.

Von der Darſtellung der Knochenohlek . . . 132

Ergänzungen.

Vorbereitung des Holzes 137
" " Torfes 142
Wirkung der Brennmaterialien 154
Allgemeine Grundſätze der Heizung 174

Einleitung.

Brennmaterialien oder Brennſtoffe werden die in den Gewerben und im Haushalte zur Heizung, Erwärmung, zum Schmelzen ꝛc. angewendeten brennbaren Körper genannt. Sie ſind: das Holz und die Holzkohlen, die Steinkohlen und Coaks, der Torf und die Torfkohlen, und ſind ſowohl in ihrem eigenthümlichen Verhalten und in ihrer Verwendungsart, als in ihrer relativen Heizkraft verſchieden. Ihre Kenntniß iſt für die Gewerbe und Künſte, welche ſämmtlich einen mehr oder weniger ſtarken Aufwand an Feuerungsmaterial zu machen haben, von Wichtigkeit. Von den Preiſen des Brennmaterials und von deren vortheilhaften Anwendung iſt der ökonomiſch günſtige Erfolg mancher techniſcher Proceſſe, beſonders hüttenmänniſcher, ſehr häufig durchaus abhängig, und es kann ſogar der Fall eintreten, daß man wegen Mangel oder wegen des hohen Preiſes des Brennmaterials genöthigt iſt, einen unvollkommnern Proceß zu wählen, wenn er weniger Brennmaterial, als der vollkommnere, in der Ausübung erfordert.

Digitized by Google

Alle Brennmaterialien, welche wir als ſolche anwenden, das Holz, der Torf, die Braunkohle und die Steinkohle, enthalten, außer dem Kohlenſtoffe, noch Waſſerſtoff, Sauerſtoff, zum Theil auch Stickſtoff, in ſolchen Verhältniſſen miteinander vereinigt, daß der Waſſerſtoff, der Sauerſtoff und der Stickſtoff bei einem gewiſſen Grade der Temperatur, welche ſehr oft die Rothglühhitze noch nicht einmal erreicht, in Vereinigung mit Kohlenſtoff, eine ganz neue Verbindung eingehen, ſich theils als Waſſer, theils als Oel, theils als Gasart von verſchiedenartiger Zuſammenſetzung, theils als Eſſigſäure ſcheiden, und einen Theil des Kohlenſtoffs als Kohle zurücklaſſen. Dieſe in der erhöheten Temperatur und ohne Luftzutritt ſich bildenden neuen Verbindungen enthalten um ſo weniger Kohlenſtoff, oder es bleibt um ſo mehr Kohle zurück, je geringer die Temperatur iſt, welcher die Brennmaterialien ausgeſetzt werden. Einige Brennmaterialien erfordern indeß einen höheren Grad von Hitze, um dieſe Veränderung zu erleiden, als andere. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die Temperatur, welche hierzu nöthig iſt, von dem quantitativen Verhältniſſe des Kohlenſtoffs im Brennmaterial dergeſtalt abhängig iſt, daß die Temperatur um ſo höher ſeyn muß, je größer das Verhältniß des Kohlenſtoffs zu den übrigen Beſtandtheilen iſt, und daß ſie um ſo niedriger ſeyn kann, je mehr ſich das quantitative Verhältniß des Kohlenſtoffs vermindert. Der Eigenſchaft der Brennmaterialien, ihr Miſchungsverhältniß in der erhöheten Temperatur und ohne Zutritt von Sauerſtoff in der angeführten Art umzuändern, verdankt man die Möglichkeit der Darſtellung der Kohle, welche ſelbſt in der heftigſten Hitze, ſobald kein Sauerſtoff hinzutritt, unverändert bleibt, indem ſie zu den Körpern gehört, die bis jetzt weder geſchmolzen noch verflüchtigt werden konnten. Dieſe nur

Digitized by Google

durch die Hitze und nicht durch den Zutritt eines fremden Körpers bedingte Miſchungsveränderung der brennbaren Körper erklärt es, warum das rohe Brennmaterial bei den desoxydirenden Schmelzproceſſen nicht wirkſamer ſeyn kann, als die aus demſelben erhaltene Kohle.

Wird die Entmiſchung des rohen Brennmaterials durch den Zutritt der atmoſphäriſchen Luft befördert, ſo entſtehen ganz neue Verbindungen. Das Brennmaterial fängt nun an, mit Flamme zu brennen, weil der Sauerſtoff gleichzeitig auf alle Beſtandtheile, folglich auch auf denjenigen Kohlenſtoffgehalt deſſelben wirkt, welcher, bei einer freiwilligen Zerſetzung in erhöheter Temperatur und ohne Zutritt von Sauerſtoff, zurückgeblieben ſeyn würde. Nach der Abſcheidung des Waſſerſtoffs kann bei der ungleich ſchwerer entzündlichen Kohle kein ſo lebhaftes Verbrennen mehr ſtattfinden, und die Verbrennung geht, unter gleichen Umſtänden, d. h. bei gleich großen Quantitäten zutretender Luft, bei'm rohen Brennmaterial weit ſchneller von ſtatten, als bei der aus demſelben entſtandenen Kohle. Dies ſchnelle Verbrennen hat zwar einen hohen Hitzgrad, aber auch eine ſchnell vorübergehende Hitze zur Folge, wobei die durch die größere Hitze entſtehenden Vortheile wegen des ſchnellen Verbrennens des Materials nicht immer vollſtändig zu benutzen ſind. Dies iſt der Grund, warum man ſich in allen den Fällen, in denen es darauf ankommt, eine gleichartige anhaltende Hitze hervorzubringen, und in welchen eine mittelbare oder unmittelbare Berührung des zu erhitzenden, zu ſchmelzenden oder zu desoxydirenden Körpers mit dem Brennmateriale ſtatthaft oder nothwendig iſt, mit größerem ökonomiſchen Vortheile der Kohle, als des rohen Brennmaterials bedient. Nur in den Fällen, wenn das Brennmaterial den zu erhitzenden Körper nicht

mittelbar oder unmittelbar umgeben kann, ſondern in der Entfernung (durch die Flamme, oder durch einen erhitzten Raum) auf ihn wirken muß; oder auch in ſolchen Fällen, wo es mehr auf eine anhaltende Hitze ankommt, muß das rohe Brennmaterial dem verkohlten vorgezogen werden.

Jedes rohe Brennmaterial wird in der Glühhitze entmiſcht und in Kohle umgeändert, aber die Verbrennung kann nur bei einem Zutritte von Sauerſtoff ſtattfinden. Der Verkohlungs- und Verbrennungsproceß ſind alſo ſo ſehr voneinander verſchieden, daß der letztere dem erſteren geradezu entgegengeſetzt iſt. Auch in der ſtärkſten Hitze, welche man bis jetzt hat hervorbringen können, leiden die Brennmaterialien keine weitere Veränderung, als die, ſich zu verkohlen, indem die Kohle unverändert zurückbleibt. Wäre es möglich, den Verkohlungsproceß im Großen, eben ſo, wie bei der Deſtillation im Kleinen, mit gänzlichem Ausſchluſſe aller atmoſphäriſchen Luft vorzunehmen, ſo würde man, — ſo ſcheint es, — aus den Brennmaterialien alle Kohle, die ſich nur daraus darſtellen läßt, und welche zur Hervorbringung der neuen Verbindungen, die der Waſſerſtoff und der Sauerſtoff des Brennmaterials mit dem Kohlenſtoffe eingehen, nicht durchaus erfordert wird, erhalten können. Im Kleinen iſt ein ſolches Verfahren leicht anzuwenden, weil man das Brennmaterial in geſchloſſenen und nur mit einem Ableitungsrohre für die ſich erzeugenden Producte verſehenen Gefäßen erhitzen kann. Im Großen iſt die Erhitzung durch äußeres Feuer aber in den mehrſten Fällen ökonomiſch unſtatthaft, weshalb man ſich damit begnügen muß, die Verkohlung des einen Theils des Brennmaterials durch die Verbrennung des andern und durch die dadurch hervorgebrachte höhere Temperatur zu bewirken. Es iſt indeß noch keines-

Digitized by Google

wegs erwieſen, ob bei der Verkohlung in geſchloſſenen Gefäßen und bei dem völligen Ausſchluſſe der atmoſphäriſchen Luft auch wirklich mehr Kohle zurückbleibt, als wenn der atmoſphäriſchen Luft einiger Zutritt geſtattet wird. Der Sauerſtoff der letzteren könnte ſehr wohl Verbindungen mit dem Waſſerſtoffe des Brennmaterials herbeiführen, welche weniger Kohle aufnehmen, als diejenigen Verbindungen des Waſſerſtoffs mit den übrigen Beſtandtheilen des Brennmaterials, welche ſich bei einem ganz abgehaltenen Luftzutritte bilden. Die Erſcheinungen bei denjenigen Verkohlungsproceſſen, bei welchen der Zutritt der atmoſphäriſchen Luft nicht ganz ausgeſchloſſen wird, ſcheinen darauf hinzudeuten, daß ein ſolcher Erfolg wirklich ſtattfindet. Es zeigt ſich nämlich bei einer ſorgfältig geleiteten Verkohlung kein eigentliches Verbrennen, d. h. kein vollſtändiges Verzehren der ſchon gebildeten Kohle, welches ſich durch die Einäſcherung zu erkennen geben müßte. Sobald ein ſolches wirkliches Verbrennen eintritt, iſt der ganze Verkohlungsproceß ſchon mangelhaft geführt, oder es hat ein zu ſtarker Zutritt der atmoſphäriſchen Luft ſtattgefunden, welchen man ſorgfältig zu vermeiden ſucht. War aber die Verkohlung mit Sorgfalt geleitet, ſo zeigt ſich keine Spur von einer vollſtändigen Verbrennung, woraus zu ſchließen iſt, daß der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft nicht bloß auf den Kohlenſtoff, ſondern auch zugleich auf den Waſſerſtoff des Brennmaterials eingewirkt und Verbindungen gebildet hat, die weniger Kohlenſtoff enthalten, als diejenigen, welche ohne Luftzutritt erzeugt werden. Ein Theil des Waſſerſtoffs des Brennmaterials wird alſo durch den Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft gebunden, und abſorbirt aus dieſem Grunde weniger Kohlenſtoff, ſo daß bei der Verkohlung mit ſorgfältig geleitetem Luftzutritte eine größere

Menge Kohle zurückbleiben muß, als wenn die Entmiſchung des Brennmaterials in der Hitze ohne allen Luftzutritt bewirkt wird.

Die Entzündlichkeit eines Brennmaterials ſcheint mit dem Kohlenſtoffgehalte deſſelben im umgekehrten Verhältniſſe zu ſtehen, indem ſie zunimmt, wenn der Kohlenſtoffgehalt abnimmt, und umgekehrt. Schnelle Hitze und augenblicklich auflodernde, oder auch ſchnell vorübergehende Flammen laſſen ſich nur bei der Anwendung von nicht kohlenſtoffreichem Brennmaterial erhalten. Es treten aber außerdem noch andere Verhältniſſe ein, welche die Entzündbarkeit erleichtern oder erſchweren. Man könnte ſie die phyſikaliſchen nennen und darunter den Lockerheitszuſtand des Brennmaterials verſtehen. Je aufgelockerter der Zuſtand iſt, in welchem ein Brennmaterial im natürlichen Zuſtande vorkommt, deſto entzündlicher pflegt daſſelbe und, in der Regel, auch die daraus bereitete Kohle zu ſeyn, wie die abnehmende Entzündbarkeit des (trocknen) Strohes, des Holzes, der Steinkohlen (der Kohlenblende, des Graphites) und des Diamants beweiſen. Es ſcheint alſo für die Entzündbarkeit eines Brennmaterials ein doppeltes Verhältniß einzutreten, nämlich der Lockerheitszuſtand, welcher von dem quantitativen Verhältniſſe des Kohlenſtoffs zu den übrigen Beſtandtheilen unabhängig iſt, und dann das Verhältniß der Beſtandtheile ſelbſt, bei welchem es leichter erklärbar iſt, daß der ſchwer verbrennliche Kohlenſtoff durch ein größeres Verhältniß des leichter brennbaren Waſſerſtoffs ſelbſt verbrennlicher und im verkohlten Zuſtande mehr aufgelockert wird. Weil der Kohlenſtoff viel ſpecifiſch ſchwerer iſt, als der Waſſerſtoff, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß Brennmaterialien, die ein geringeres ſpecifiſches Gewicht beſitzen, leichter brennen werden, als die mit größerem ſpecifiſchen Gewichte. Die Entzündbarkeit der aus

Digitized by Google

den Brennmaterialien dargeſtellten Kohle ſcheint ſich ganz nach der des Brennmaterials zu richten, aus welchem ſie entſtand. Manche Kohlen ſind ſo ſchwer entzündlich, daß ſie in dem verdünnten Zuſtande, worin ſich das Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft befindet, nicht brennen, ſondern daß ſie eine mehr verdichtete Luft erfordern, eine Erſcheinung, die durch die Schwierigkeit des Brennens des Holzes in der dünnen Luft auf hohen Bergen erläutert wird. Wodurch die ſchwere Entzündbarkeit einer Kohle im Vergleiche mit andern bewirkt wird, davon läßt ſich der Grund nicht angeben. Der verſchiedene Aſchengehalt, den die Kohlen bei'm Verbrennen oder Einäſchern hinterlaſſen, kann dies verſchiedene Verhalten in der Entzündbarkeit nicht hervorbringen; ein mehr oder weniger feſter mechaniſcher Zuſammenhang dürfte vielleicht eher die Urſache ſeyn, weil wir ſehen, daß ſich die Verbrennlichkeit der Kohle ganz nach der Beſchaffenheit des Brennmaterials richtet, woraus ſie erzeugt iſt, und weil es bekannt iſt, daß ſich ein Brennmaterial um ſo ſchwerer entzündet, je dichter ſein Zuſammenhang, oder je größer ſein ſpecifiſches Gewicht war. Bis jetzt fehlt es noch gänzlich an Unterſuchungen über die Dichtigkeit der Luft (oder, welches einerlei iſt, über die Preſſung oder über die Geſchwindigkeit des Windes aus den Gebläſen), welche für jede Art der Kohlen die angemeſſenſte iſt; indeß läßt ſich doch im Allgemeinen als Reſultat der bisher geſammelten Erfahrungen annehmen, daß die Höhe der Waſſerſäule, welche mit der gepreßten Gebläſeluft, oder mit der Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft (des Windes) im Gleichgewichte ſtehen muß,

bei ſehr leichten tannenen und fichtenen Kohlen zwiſchen . . .	1 und $1\frac{1}{2}$ Fuß
bei guten und nicht überbrannten Tannen- und Fichtenkohlen zwiſchen	$1\frac{1}{2}$ - 2 -

bei harten, geſunden Kiefern= und Laubholz=Kohlen zwiſchen . . 2 und 3 Fuß
bei weichen und leicht verbrennlichen Coaks zwiſchen . . . . 4 = 6 =
bei harten und ſchwer verbrennlichen Coaks zwiſchen . . . . . . 6 = 8 =

betragen muß, wenn die Kohlen mit der größten Wirkung, und ohne durch zu ſchwaches Gebläſe zu langſam zu verbrennen, benutzt werden ſollen. Dieſe Dichtigkeit des Windſtromes kann aber auch bei einer größern Maſſe von Wind, welche ein Gebläſe liefert, ohne Nachtheil vermindert werden, ſo daß es nicht bloß auf die Geſchwindigkeit, ſondern auch auf die Maſſe des Windes ankommt, um den größten Effect bei'm Verbrennen der Kohle in einem Schachtofen hervorzubringen.

In welchem Verhältniſſe die Wirkung der Kohlen bei'm Verbrennen mit dem Grade ihrer Entzündbarkeit (oder, wenn es einerlei ſeyn ſollte, mit ihrem ſpecifiſchen Gewichte) ſteht, bedarf auch noch einer näheren Unterſuchung. Daß bei gleichem Volumen die ſchwerer entzündliche, oder die ſpecifiſch ſchwerere Kohle größere Wirkungen bei'm Verbrennen hervorbringt, als die leichtere, iſt nicht zu bezweifeln und wird durch die Erfahrung beſtätigt. Wie ſich dieſe Wirkung aber bei gleichen abſoluten Gewichten verhält, iſt noch unentſchieden. Die zeither geſammelten Erfahrungen haben freilich ergeben, daß die Wirkungen nicht im geraden Verhältniſſe zu dem ſpecifiſchen Gewichte ſtehen, ſondern daß, bei gleichen abſoluten Gewichten, die leichter entzündbaren Kohlen bedeutend mehr leiſten, als die ſchwerer entzündlichen; ob aber dies Verhältniß wirklich ſo ſtattfinden muß, und ob es nicht durch zweckmäßige Verbrennungszeiten, d. h. durch ein angemeſſeneres Verhältniß der Dichtigkeit und Menge des Windes zu Gunſten der

ſpecifiſch ſchwereren Kohle ſich verändern ließe, darüber haben wir erſt in der Folge einen Aufſchluß zu erwarten.

Weil die Beſchaffenheit der Kohle ſo ſehr von den Eigenſchaften des Brennmaterials abhängt, aus welchem ſie dargeſtellt worden iſt, ſo iſt es nothwendig, das rohe Material ſelbſt genauer kennen zu lernen. Dies rohe Material, welches ſich ohne Zutritt von Sauerſtoff, in der größten Hitze nur verkohlt, verbrennt bei'm Zutritte der atmoſphäriſchen Luft gänzlich und läßt keine Kohle, ſondern nur mehr oder weniger Aſche zurück. Auch die aus dieſem Materiale bereitete Kohle entzündet ſich in einer höheren Temperatur bei'm Zutritte des Sauerſtoffs und hinterläßt Aſche. Daß man dieſelbe Quantität Aſche und von derſelben Beſchaffenheit erhält, wenn man das rohe Material unmittelbar verbrennt, oder wenn man erſt mit der größten Vorſicht verkohlt und die Kohle demnächſt durch Verbrennen einäſchert, iſt nach den neueren Unterſuchungen gar nicht mehr zu bezweifeln. Daß ſich die Kohle ſchwerer entzündet, als das rohe Material, aus welchem ſie entſtand, iſt bereits erwähnt worden. In welcher Temperatur aber die Verbrennung der Kohle anfängt, darüber ſind die Meinungen der Naturforſcher noch verſchieden. Nach Rumford's Verſuchen ſcheint es zwar, daß die Kohle ſchon in einer Temperatur, die weit unter derjenigen iſt, in welcher ſie ſichtbar brennt, ſich mit dem Sauerſtoffe zur Kohlenſäure verbindet; allein die Verſuche ſind, wie ſich weiter unten ergeben wird, nicht mit reiner Kohle angeſtellt worden. Ueberhaupt aber findet das Verbrennen der reinen Kohle in der atmoſphäriſchen Luft niemals mit Flamme ſtatt, ſondern bloß mit Glühen, wobei die Hitze den höchſten Grad des Weißglühens erreichen kann. Das Glimmen der Kohle iſt ein langſames

Digitized by Google

Verbrennen derſelben, wobei aber, wegen der Langſamkeit des Proceſſes, wenig Hitze entwickelt wird. Die größte Wirkung muß jede Kohle alsdann leiſten, wenn ſie in einem Zeitraume verbrennt, der ihrem Lockerheitszuſtande am angemeſſenſten iſt. Obgleich nämlich bei'm ſchnellſten Verbrennen unbezweifelt die größte Hitze, folglich die größte augenblickliche Erhitzung, welche durch die Kohle bewirkt werden kann, entſtehen muß: ſo iſt dieſelbe zu ſchnell vorübergehend, und die Kohle kann alsdann eben ſo wenig ihre volle Wirkung äußern, als bei einem zu langſamen Verbrennen. Im erſten Falle wird die Hitze durch zu ſchnelle, im letzten Falle durch zu langſame Verbreitung unwirkſamer, als wenn das Verbrennen in dem gehörigen Zeitraume erfolgt. Ob dieſer Zeitraum für alle Kohlen, für die ſchwer verbrennlichſten, ſo wie für die am leichteſten brennbaren ganz gleich iſt, ob nämlich gleiche Quantitäten Kohlen, in gleichen Zeiträumen verbrannt, immer gleiche Wirkungen hervorbringen, oder ob ein anderes Verhältniß ſtattfindet, bleibt den Unterſuchungen der Phyſiker vorbehalten. Sollten alle Kohlen durch das Verbrennen gleicher Quantitäten in gleichen Zeiträumen wirklich gleiche Wirkungen hervorbringen, ſo dürfte nur bei einer Kohlenart ausgemittelt werden, in welchem Zeitraume des Verbrennens der größte Effect hervorgebracht wird, und alsdann würde noch die Beſtimmung übrig bleiben, wie die Dichtigkeit der Luft für jede Kohlenart verſchieden ſeyn muß, um die Verbrennung in gleichen Zeiträumen geſchehen zu laſſen, indem die leichter verbrennliche Kohle eine geringere Dichtigkeit der Luft erfordert, als die ſchwerer verbrennliche.

Digitized by Google

Erſter Abſchnitt.

Von dem Holze und deſſen Verkohlung.

Erſtes Capitel.

Von dem Holze.

Obgleich ſich die verſchiedenen Holzarten in ihrem ſpecifiſchen Gewichte, in der Härte, Feſtigkeit, Entzündbarkeit und Brennkraft ungemein verſchieden verhalten, ſo ſcheint die Urſache dieſer Verſchiedenartigkeit doch nur von dem mehr oder minder aufgelockerten Zuſtande der Pflanzenfaſer herzurühren, die Pflanzenfaſer ſelbſt aber, ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung nach, immer eine und dieſelbe zu ſeyn. Das Guajakholz (Lignum vitae) und das Stroh ſind, z. B., in ihren phyſicaliſchen Eigenſchaften ſo ſehr verſchieden, daß das äußere Anſehen und die Beſchaffenheit dieſer Körper nicht auf eine gleiche chemiſche Zuſammenſetzung ſchließen laſſen würden. Dennoch ſcheint

Digitized by Google

die chemiſche Zuſammenſetzung von allen lebenden (d. h. noch nicht in Torf, Braun=, Steinkohle und Graphit umgewandelten) Pflanzenfaſern völlig übereinſtimmend zu ſeyn. Die große Verſchiedenartigkeit, welche die lebende Pflanzenfaſer zeigt, iſt daher nur in der Anordnung der kleinen Gefäße zu ſuchen, welche aus der Pflanzenfaſer gebildet werden. Wahrſcheinlich entſpringen aus der größern oder geringern Feinheit der Gefäße, ſo wie aus dem dichtern und lockerern Nebeneinanderliegen dieſer Gefäße, die verſchiedenen phyſikaliſchen Eigenſchaften der ganzen aus dieſen Gefäßen zuſammengeſetzten Maſſe, welche wir Holz nennen. Die Gefäße ſelbſt aber, welche aus der Pflanzenfaſer gebildet werden, ſind ſtets mit Luft, Waſſer und Pflanzenſäften erfüllt, von denen Luft und Waſſer auch nach dem Abſterben der Pflanze oder des Baumes beſtändig angetroffen werden. Treibt man die Luft und die Feuchtigkeit dadurch aus, daß man das Holz längere Zeit in einer Temperatur liegen läßt, welche die Siedehitze des Waſſers um einige wenige Grade übertrifft, ſo zieht das getrocknete Holz nach wenigen Stunden ſchon eine bedeutende Menge von Luft und Waſſer wieder aus der Atmoſphäre an und, wie es ſcheint, in demſelben Verhältniſſe ſchneller und in größerer Menge, als die aus der Pflanzenfaſer gebildeten Gefäße im natürlichen Zuſtande ſtärker aufgelockert waren. Nach dieſem verſchiedenen Lockerheitszuſtande der Faſer unterſcheidet man hartes und weiches Holz. Eine beſtimmte Grenze läßt ſich natürlich gar nicht angeben, und es iſt mehr die Sache der Uebereinkunft, daß man dieſe oder jene Holzart zu dem harten oder weichen Holze rechnet, als daß man zu dieſer Beſtimmung durch einen feſten und unabänderlichen Character geleitet würde. Man könnte eben ſo gut ſchwere und leichte Holzarten unterſcheiden, d. h. ſolche, die

Digitized by Google

im natürlichen Zuſtande im Waſſer unterſinken, oder auf dem Waſſer ſchwimmen.

Aus der chemiſchen Unterſuchung der Pflanzenfaſer ergiebt ſich, daß die lebende Pflanzenfaſer in 100 Gewichtstheilen aus etwa 52 Kohlenſtoff und 48 Waſſerſtoff und Sauerſtoff, und zwar in denſelben Verhältniſſen, in welchen dieſe beiden Körper das Waſſer bilden, zuſammengeſetzt iſt. Man würde alſo, chemiſch betrachtet, die Holzfaſer als eine Verbindung von etwa 52 Kohlenſtoff mit 48 Waſſer anſehen können. Daß aber die drei Beſtandtheile in ganz anderen und völlig unbekannten Miſchungszuſtänden die Holzfaſer bilden, geht daraus hervor, daß bei der trockenen Deſtillation außer dem Waſſer noch andere Producte entſtehen, die theils aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, theils aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff, theils aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind. Es muß alſo bei der freiwilligen Entmiſchung des Holzes in der erhöhten Temperatur ein Theil des Kohlenſtoffes mit verwendet werden, um den Sauerſtoff und den Waſſerſtoff zu entfernen. Aus dem wirklichen Kohlenſtoffgehalte des Holzes von etwa 52 Procent geht hervor, wieviel Kohle in den übrigen Verkohlungsproducten verloren geht, die als für ſich darſtellbare Kohle nicht erhalten werden kann. Das Buchenholz beſteht aus 51,45 Kohlenſtoff, 42,73 Sauerſtoff und 5,82 Waſſerſtoff, oder aus 51,45 Kohlenſtoff und 48,55 Waſſer. Das Eichenholz fand man zuſammengeſetzt aus 52,53 Kohlenſtoff, 41,78 Sauerſtoff und 5,69 Waſſerſtoff, oder aus 52,53 Kohlenſtoff und 47,47 Waſſer.

Bei einer ganz gleichartigen chemiſchen Zuſammenſetzung der Holzfaſer ſollte man erwarten, daß alles Holz ein gleiches oder wenigſtens ein faſt gleich großes ſpecifiſches Gewicht beſitzen müſſe. Es zeigen ſich aber ſehr große Verſchiedenheiten in dem ſpecifi-

ſchen Gewichte der verſchiedenen Holzarten. Die Urſache ſcheint ganz allein in dem Lockerheitszuſtande der Holzfaſer und in der Menge von Luft und Waſſer zu liegen, welche in den aus der Faſer gebildeten Gefäßen befindlich ſind. Im friſch gefällten Zuſtande ſind die Gefäße zwar mit einer größern Menge von Flüſſigkeiten angefüllt; allein auch das vollkommen lufttrockene Holz hält noch immer eine bedeutende Quantität zurück. Ueber das ſpecifiſche Gewicht einiger in einer Temperatur von 245° Fahr. (alſo 33° über dem Siedepuncte des Waſſers) und ſo lange, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu bemerken war, ausgetrockneten, dann aber zur Austreibung aller Luft eine Stunde lang in Waſſer geſottenen, alſo vollkommen luftleeren Holzarten, hat Rumford Verſuche angeſtellt und folgende Reſultate erhalten (Spec. Gewicht des Waſſers = 1):

	Spec. Gew.
Eiche .	1,5344
Ulme .	1,5186
Buche .	1,5284
Ahorn .	1,4599
Tanne .	1,4621
Birke .	1,4848
Linde .	1,4846
Pappel .	1,4854

Es geht aus dieſen Verſuchen hervor, daß das ſpecifiſche Gewicht der feſten Theile des Holzes faſt um die Hälfte größer iſt, als das des Waſſers, und daß es ſich in allen Holzarten ſo nahe gleich kommt, daß man den holzigen Theil in allen Hölzern für einerlei anzuſehen veranlaßt werden kann. Weil das Holz in einer Hitze von 245° Fahr. gedörrt und durch das Sieden in Waſſer von aller Luft befreit worden war, ſo geben dieſe Gewichtsbeſtimmungen eine ſchöne

Digitized by Google

Beſtätigung des ſchon durch die chemiſche Analyſe aufgefundenen Reſultates, daß die Pflanzenfaſer an ſich bei allen Holzarten dieſelbe ſey.

Sehr verſchieden von dem ſpecifiſchen Gewichte der vollkommen luftleeren und waſſerfreien Holzfaſer ſind die ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Holzarten im lufttrockenen Zuſtande. Es iſt daher die Annahme erlaubt, daß die Hölzer, welche im lufttrockenen Zuſtande das größte ſpecifiſche Gewicht beſitzen, den feſteſten mechaniſchen Zuſammenhang haben, alſo durch die Entfernung der in den Gefäßbündeln befindlichen Flüſſigkeiten durch das Dörren den geringſten Gewichtsverluſt erleiden; obgleich auch dieſer Feuchtigkeitsgehalt bei einer und derſelben Holzart unter verſchiedenen Umſtänden ſehr verſchieden ſeyn kann. Von dieſem Gehalte an Waſſer und Luft iſt aber das ſpecifiſche Gewicht des Holzes ſo ſehr abhängig, daß das letztere, für eine und dieſelbe Holzart, nur bei einer gewiſſen Temperatur, welcher das Holz längere Zeit ausgeſetzt geweſen ſeyn muß, beſtimmt werden kann. Friſch gefälltes Holz wird daher ein ungleich größeres ſpecifiſches Gewicht beſitzen, als daſſelbe Holz, welches vollkommen lufttrocken geworden iſt. Die hier folgenden Angaben der ſpecifiſchen Gewichte mehrerer Holzarten beziehen ſich auf friſch gefälltes und an der Luft vollkommen ausgetrocknetes Holz. Sie ſind durch die Hrn. Schübler und Neuffer ausgemittelt worden.

Digitized by Google

Holzarten.	Spec. Gewicht. friſch gefällt.	Spec. Gewicht. ausgetrocknet.
Quercus robur. Traubeneiche .	1,0754	0,7075
Quercus pedunculata. Stieleiche	1,0494	0,6777
Salix alba. Weiße Baumweide .	0,9859	0,4873
Fagus sylvatica. Buche . . .	0,9822	0,5907
Ulmus campestris. Ulme . . .	0,9476	0,5474
Carpinus Betulus. Hainbuche .	0,9452	0,7695
Pinus Larix. Lerchenbaum . .	0,9205	0,4735
Pinus sylvestris. Kiefer . . .	0,9121	0,5502
Acer Pseudoplatanus. Ahorn .	0,9036	0,6592
Fraxinus excelsior. Eſche . .	0,9036	0,6440
Betula alba. Birke	0,9012	0,6274
Sorbus aucuparia. Ebereſche . .	0,8993	0,6440
Pinus Abies. Duroi. Edeltanne .	0,8941	0,5550
Pinus Picea. Duroi. Rothtanne .	0,8699	0,4716
Craetaegus torminalis. Mehlbeere	0,8633	0,5910
Aesculus Hippocastanum. Roßkaſtanie	0,8614	0,5749
Betula Alnus. Erle	0,8571	0,5001
Tilia europaea. Linde	0,8170	0,4390
Populus nigra. Schwarzpappel .	0,7795	0,3656
Populus tremula. Espe . . .	0,7654	0,4302
Populus italica. Ital. Pappel .	0,7634	0,3931
Salix Caprea. Saalweide . . .	0,7155	0,5289

Es ergiebt ſich aus dieſer Ueberſicht die große Verſchiedenheit des ſpecifiſchen Gewichtes der verſchiedenen Holzarten in friſch gefälltem Zuſtande, beſonders aber auch das verſchiedenartige Verhalten der Holzarten nach dem Austrocknen, indem zwar alle ſehr bedeutend am ſpecifiſchen Gewichte verlieren, aber einige ungleich mehr als andere, ſo daß einige Holzar-

Digitized by Google

ten im vollkommen lufttrockenen Zuſtande ein größeres ſpecifiſches Gewicht erhalten, als andere, deren ſpecifiſches Gewicht im friſch gefällten Zuſtande bedeutend größer war. Die Urſache von allen dieſen Gewichtsverſchiedenheiten iſt ganz allein in dem verſchiedenen Waſſergehalte des friſch gefällten Holzes zu ſuchen.

Unter den unterſuchten Holzarten hat nur allein das Eichenholz, und zwar auch nur im friſch gefällten Zuſtande, ein größeres ſpecifiſches Gewicht, als das Waſſer. Man hat aber das ſpecifiſche Gewicht von verſchiedenen Holzarten (im lufttrockenen Zuſtande derſelben) ausgemittelt, welche ſämmtlich ein größeres ſpecifiſches Gewicht beſitzen, als das Waſſer.

Guajakholz (Lignum vitae)	1,342
Kokosholz (Cocoas wood) . . .	1,336
Ebenholz	1,226
Braſilienholz	1,132
Atlasholz (Satin wood)	1,078
Tulpenholz (Tulip wood) . . .	1,070
Königsholz	1,069
Botany-Bay-Holz, oder Parapart-Holz (She-oak)	1,067

Auch Hr. Werneck hat das ſpecifiſche Gewicht von vielen Holzarten, im vollkommen trockenen Zuſtande derſelben, zu beſtimmen geſucht. Daß die Angaben des Hrn. Werneck mit den vorhin angeführten Schübler'ſchen ſehr wenig übereinſtimmen und überall bedeutend geringer ausgefallen ſind, rührt daher, weil das Holz, deſſen ſpecifiſches Gewicht Hr. Werneck beſtimmte, in einer Temperatur von 150° bis 160° Fahr. ausgetrocknet worden war, alſo eine noch größere Menge von Waſſer verloren hatte. Es wird daher um ſo weniger möglich ſeyn, das ſpecifiſche Gewicht der verſchiedenen Holzarten ſo zu be-

ſtimmen, daß eine allgemeine Uebereinſtimmung der gefundenen Zahlen erwartet werden könnte, als das Gewicht nicht allein durchaus von der Temperatur, in welcher das Holz getrocknet war und von der Dauer des Austrocknens, ſondern auch noch von andern Umſtänden abhängig iſt. Aus den mühſamen Unterſuchungen des Hrn. Werneck geht nämlich hervor, daß das an Bergen gewachſene Holz, unter gleichen Umſtänden, ſtets dichter iſt, als das auf der Ebene gewachſene; daß geſchloſſen gewachſenes Holz ſtets dichter iſt, als iſolirt gewachſenes, und daß die Dichtigkeit des Holzes mit der Trockenheit des Bodens, auf dem es wächſ't, zuzunehmen ſcheint.

Die Unterſuchungen von Rumford, ſo wie die neueren von Schübler und Neuffer, haben gezeigt, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von einem und demſelben Baume ungemein verſchieden und in den jüngſten Zweigen deſſelben zum Theil noch einmal ſo groß ſeyn kann, als in dem Stammholze, oder in den älteren Zweigen. Man wird daher auch ſchwerlich jemals eine Uebereinſtimmung in den Angaben über das Verhältniß der wäſſerigen zu den feſten Beſtandtheilen in dem friſch gefällten Holze zu erwarten haben. Um indeß eine Ueberſicht von der großen Verſchiedenheit dieſes Verhältniſſes bei den verſchiedenen Holzarten zu erhalten, mögen hier die von den Herren Schübler und Neuffer mitgetheilten Verhältniſſe der wäſſerigen zu den feſten Beſtandtheilen in dem friſch gefällten Holze folgen. Die gefundene Waſſermenge in dem friſch gefällten Holze bezieht ſich indeß nur auf den vollkommen lufttrockenen Zuſtand des Holzes, in welchem 100 Theile deſſelben enthalten:

Digitized by Google

Holzarten.	In 100 Theilen	
	Waſſer.	feſte Theile.
Carpinus Betulus, Hainbuche. .	18,6	81,4
Salix Caprea, Saalweide . . .	26,0	74,0
Acer Pseudoplatanus, Ahorn .	27,0	73,0
Sorbus aucuparia, Eberesche . .	28,3	71,7
Fraxinus excelsior, Esche . .	28,7	71,3
Betula alba, Birke	30,8	69,2
Crataegus torminalis, große Mehlbeere	32,3	67,7
Quercus Robur, Traubeneiche .	34,7	65,3
Quercus pedunculata, Stieleiche	35,4	64,6
Pinus Abies, Duroi, Edeltanne .	37,1	62,9
Aesculus Hippocastanum, Roßkaſtanie	38,2	61,8
Pinus sylvestris, Kiefer . . .	39,7	60,3
Fagus sylvatica, Buche . . .	39,7	60,3
Betula Alnus, Erle	41,6	58,4
Populus tremula, Espe . . .	43,7	56,3
Ulmus campestris, Ulme . . .	44,5	55,5
Pinus picea, Duroi, Rothtanne .	45,2	54,8
Tilia europaea, Linde	47,1	52,9
Populus italica, Ital. Pappel .	48,2	51,8
Pinus Larix, Lerche	48,6	51,4
Salix alba, weiße Baumweide .	50,6	49,4
Populus nigra, Schwarzpappel .	51,8	48,2

Aber nicht allein in dem älteren und jüngeren Holze eines und deſſelben Baumes, ſondern auch in den verſchiedenen Jahreszeiten, weicht der Waſſergehalt des Holzes bedeutend ab, wie ſchon Rumford ausführlich gezeigt hat, indem mit dem im Frühling eintretenden Triebe der Säfte die Waſſermenge im

Digitized by Google

Holze zunimmt. In 100 Theilen von den folgenden fünf Holzarten fanden die Herren Schübler und Neuffer:

Holzarten.	Waſſergehalt den 27. Januar.	Waſſergehalt den 2. April.
Pinus Abies, L.	52,7	61,0
Corylus Avellana, L.	40,9	49,2
Aesculus Hippocastanum . . .	40,2	47,1
Acer pseudoplatanus	33,6	40,3
Fraxinus excelsior.	28,8	38,6

Der Gehalt an wäſſerigen Beſtandtheilen ward bei dieſen Holzarten zu Ende des Januars, zunächſt nach ſtrenger Winterkälte, und ſpäter zu Anfang des Aprils beſtimmt, nachdem der Baum vollkommen in Saft getreten war.

Rumford hat außerdem aber auch noch den Waſſergehalt des vollkommen lufttrockenen Holzes auszumitteln geſucht. Das lufttrockene Holz ward in einem Ofen bei einer Temperatur von 245° Fahr. gänzlich ausgetrocknet. Obgleich der Siedepunct des Waſſers dabei überſchritten war, ſo hatte das Holz doch noch keine Veränderung in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung erlitten. Die mehr oder weniger reſinöſe Beſchaffenheit des Holzes ſchien aber auf den Gewichtsverluſt bei'm Trocknen einen großen Einfluß zu haben und zu ſcheinbaren Abweichungen Anlaß zu geben. Es zeigte ſich, daß 100 Theile des vollkommen lufttrockenen Holzes enthielten:

Digitized by Google

Holzarten.	Waſſergehalt.
Eiche	16,64
Ulme	18,20
Buche	18,56
Ahorn	18,63
Tanne	17,53
Birke	19,38
Linde	18,79
Pappel	19,55

Der hier angegebene Waſſergehalt iſt derjenige, den das in der Waſſerſiedhitze vollkommen ausgetrocknete Holz immer wieder aus der Luft anzieht, wenn es einige Zeit gelegen hat. Allein dieſer Gehalt iſt, wie Rumford gezeigt hat, ſehr veränderlich und richtet ſich nach dem Feuchtigkeitsgehalte der Atmoſphäre ſelbſt, ſo daß er mit demſelben ſteigt und fällt. Das friſch gefällte Holz, welches das Maximum des Waſſergehaltes beſitzt, ſetzt ſo lange Waſſer ab, bis es ſich mit dem Feuchtigkeitszuſtande der Atmoſphäre in ein Gleichgewicht geſetzt hat, worauf es alle Veränderungen in dem Feuchtigkeitsgehalte der Atmoſphäre mit erleidet. Das Holz verhält ſich alſo, nachdem es gefällt worden iſt, durchaus als ein hygroſcopiſcher Körper. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß es der unmittelbaren Einwirkung des Regens nicht ausgeſetzt ſeyn darf, weil es dann wieder eine ſehr große Quantität Waſſer aufzunehmen im Stande iſt.

Hr. Werneck hat gezeigt, daß ſich das ſpecifiſche Gewicht des Holzes vermindert, wenn es längere Zeit der Einwirkung des Waſſers ausgeſetzt geweſen iſt. Das geflößte Holz beſitzt daher ein geringeres

ſpecifiſches Gewicht, als das nicht geflößte. Hr. Werneck beſtimmte das ſpecifiſche Gewicht des Holzes vor und nach dem Flößen, indem das Holz in beiden Fällen bei einem und demſelben Grade der Temperatur vollkommen getrocknet worden war. Der Unterſchied im ſpecifiſchen Gewichte betrug bei ſehr vielen der von ihm geprüften Holzarten zwiſchen 0,02 bis 0,03. So hatte, z. B., das nicht geflößte Buchenholz ein ſpecifiſches Gewicht von 0,56, das geflößte hingegen nur von 0,537; das nicht geflößte Weißtannenholz (Pinus picea, Lin. oder P. abies, Duroi) ein ſpecifiſches Gewicht von 0,493, das geflößte hingegen nur von 0,464 u. ſ. f. Dieſe Unterſchiede können nur daher rühren, daß ſich die Pflanzenſäfte in den Gefäßbündeln des nicht geflößten Holzes verdicken, wogegen ſie in dem geflößten Holze ausgelaugt werden, ſo daß das geflößte Holz mehr Luft in den feinen Gefäßen aufnehmen kann, als das nicht geflößte.

Die ſehr bekannte Eigenſchaft des Holzes, ſich bei feuchter Luft auszudehnen und bei trockener Luft wieder zuſammenzuziehen, wodurch das Krümmen, Werfen und Springen der hölzernen Geräthſchaften herbeigeführt wird, hat ihren Grund in der hygroſcopiſchen Beſchaffenheit des Holzes. Das friſch gefällte Holz, welches das Maximum des Feuchtigkeitsgehaltes beſitzt, muß daher eine bedeutende Verminderung des Volumens erleiden, bis der Waſſergehalt des Holzes mit dem Feuchtigkeitsgehalte der Atmoſphäre in das Gleichgewicht gekommen iſt. Dieſe Volumverminderung iſt indeß bei den verſchiedenen Holzarten ſehr verſchieden und wird ſich ziemlich genau nach dem Waſſergehalte des friſch gefällten Holzes richten müſſen. Es fehlt noch an genauern Unterſuchungen über die Verminderung des Volumens der friſch geſchlagenen Holzarten. Daß dieſe Ab-

nahme des Volumens aber eine ganz veränderliche Größe iſt, geht aus der hygroſcopiſchen Eigenſchaft des Holzes hervor, ſo daß ſich ſelbſt für eine und dieſelbe Holzart kein beſtimmtes Maaß für die Verminderung des Volumens (Schwindemaaß) angeben läßt. Bei mehreren Holzarten kann die Abnahme des Volumens, von dem friſch gefällten bis zu dem gewöhnlichen lufttrockenen Zuſtande des Holzes, vielleicht mehr als $\frac{1}{10}$ betragen, wodurch allein ſchon ſehr große Differenzen in den Angaben über den Holzverbrauch zu gewiſſen Zwecken entſtehen können.

Ueber die Brennkraft der verſchiedenen Holzarten, nämlich über die Wärmequantitäten, welche ſich bei'm Verbrennen entwickeln, haben, außer Rumford, noch mehrere Phyſiker Unterſuchungen angeſtellt. Dieſe Unterſuchungen ſind jedoch überaus ſchwierig und können höchſtens nur annähernde Reſultate geben, indem es nicht auf den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes allein, ſondern auch auf die Verbrennungszeiten ankommt, weil die feſtere Holzart ohne Zweifel einen ſchnellern Luftzutritt verlangt, als die weniger feſte, wenn beide mit gleich großem Effecte verbrennen ſollen. Die Urſache dieſes Verhaltens kann nur darin liegen, daß in einer beſtimmten Zeit die Verbrennung entweder zu langſam erfolgt, ſo daß ſie die entwickelte Wärme durch die leitende Eigenſchaft der umgebenden Körper und der Luft zu ſehr zerſtreut und nicht für den beſtimmten Zweck wirkſam ſeyn kann; oder daß die Verbrennung zu ſchnell eintritt, ſo daß für den beſtimmten Zweck zu viel geleiſtet wird und zu viel Wärme unbenutzt verloren geht. Nach der Theorie muß die Hitze, welche ein Brennmaterial bei'm Verbrennen entwickelt, mit der Sauerſtoffmenge im Verhältniß ſtehen, welche zum Verbrennen erforderlich iſt. Das Brennmaterial, welches am mehrſten Waſſerſtoff enthielt, wird daher

mehr Wärme entwickeln müſſen, als das an Kohlenſtoff reichere, und dies mehr, als dasjenige, welches am mehrſten Sauerſtoff in ſeiner Miſchung enthält. Allein es kommt bei ſehr vielen Operationen nicht blos auf die Menge von Wärme an, welche ein Brennmaterial zu entwickeln vermag, ſondern auch auf den Grad der Hitze, welcher hervorgebracht werden ſoll. Um dieſer letzten Forderung zu entſprechen, ſind beſondere Vorkehrungen erforderlich, um in gleichen Zeiträumen größere Quantitäten zur Verbrennung zu bringen, ſey es durch Verdichtung der Luft, durch einen ſchnellen Luftwechſel, oder durch Vergrößerung der Flächen und Räume, auf und in welchen das Brennmaterial verbrannt wird. Dennoch kann ein Brennmaterial, welches an ſich eine größere Quantität Wärme bei'm Verbrennen entwickelt, als ein anderes, vielleicht einen ungleich geringeren Effect leiſten, wenn es darauf ankommt, einen gewiſſen Hitzgrad anhaltend hervorzubringen. Vergleichungen über die Hitzkraft der verſchiedenen Brennmaterialien laſſen ſich daher nur für einen beſtimmten Zweck anſtellen, und es iſt allerdings möglich, daß ein Brennmaterial für einen gewiſſen Zweck einen größern, für einen andern Zweck eine geringere Wirkung leiſtet, als ein anderes Brennmaterial. Dergleichen Vergleichungen über den Effect verſchiedener Brennmaterialien können zwar nur ganz allein durch Verſuche und Erfahrungen erhalten werden; allein man bedient ſich bei dieſen Verſuchen gewöhnlich nur einer und derſelben Vorrichtung, welche zwar der Beſchaffenheit des einen, aber nicht der des andern Brennmaterials angemeſſen ſeyn kann, ſo daß die Reſultate wahrſcheinlich anders ausgefallen ſeyn würden, wenn man die Vorrichtung, dem jedesmaligen Lockerheitszuſtande des Brennmaterials, nämlich ſeiner Entzündbarkeit, angemeſſen, abgeändert hätte. Rumford's Unterſuchungen bezie-

Digitized by Google

hen ſich auf die Menge von Wärme, welche die Holzarten bei'm Verbrennen entwickeln. Er bediente ſich eines Calorimeters und beſtimmte die Menge Waſſer, welche durch das Verbrennen von folgenden Holzarten, vom Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte, erhitzt wird. Von jeder Holzart ward 1 Pfund angewendet.

Art des Holzes. (Als Späne von etwa 0,1 Linie Dicke, 6 Linien Breite und 6 Zoll Länge, und jedesmal 1 Pfund angewendet.)	Erhitzt vom Eispuncte bis zum Siedepuncte. Pfunde Waſſer.
Lindenholz, 4 Jahre lang als Tiſchlerholz getrocknet . . .	34,609
— desgleichen	34,805
— desgleichen, aber ſtark auf einem Ofen getrocknet .	39,605
— desgl. desgl.	40,685
— desgl. desgl., aber weniger ſtark	38,833
Buchenholz, 4 — 5 Jahre lang als Tiſchlerholz getrocknet .	33,817
— desgleichen	33,752
— desgl. und ſtark auf einem Ofen getrocknet . . .	36,334
— desgl. desgl.	36,184
Ulmenholz, etwas feuchtes Tiſchlerholz	27,147
— trocknes, 4—5jähriges Tiſchlerholz	30,359
— desgleichen	30,051
— desgl., aber ſtark auf einem Ofen getrocknet . . .	34,515
— desgl. desgl.	33,651

Digitized by Google

Art des Holzes. (Als Spåne von etwa 0,1 Linie Dicke, 6 Linien Breite und 6 Zoll Långe, und jedesmal 1 Pfund angewendet.)	Erhitzt vom Eispuncte bis zum Siedepuncte. Pfunde Waſſer.
Ulmenholz, desgl. und in einem Darrofen bis zum Braunwerden getrocknet . . .	30,900
Eichenholz, gewöhnliches Brennholz, in Spånen von mittlerer Dicke	25,590
— desgl. in ſtårkeren Spånen, einen Rückſtand von Kohle gebend	24,748
— desgleichen, aber in dünneren Spånen	26,272
— desgl., in dünnen, gut an der Luft getrockneten Spånen	29,210
— trocknes Tiſchlerholz, in dünnen Spånen . . .	29,880
— desgl. desgl.	29,796
— desgl., aber in dicken Spånen, Kohle zurücklaſſend .	26,227
Eſchenholz, gewöhnliches trocknes Tiſchlerholz	30,666
— desgl., in an der Luft getrockneten Spånen	33,720
— ſtark auf einem Ofen getrocknet	35,449
Ahornholz, in ſtark auf einem Ofen getrockneten Spånen .	36,117
Kirſchbaumholz, trocknes Tiſchlerholz	33,339
— desgl., ſtark auf einem Ofen getrocknet	36,904
— desgl., in einem Darrofen gebråunt	34,763

Digitized by Google

Art des Holzes. (Als Spåne von etwa 0,1 Linie Dicke, 6 Linien Breite und 6 Zoll Långe, und jedesmal 1 Pfund angewendet.)	Erhitzt vom Eispuncte bis zum Siedepunkte. Pfunde Waſſer.
Tannenholz, gewöhnlich trocknes Tiſchlerholz	30,322
— in gut an der Luft getrockneten Spånen	34,000
— ſtark auf einem Ofen getrocknet	37,379
— in einem Darrofen bis zum Braunwerden getrocknet	33,358
— in dicken Spånen, die viel Kohle zurückließen . .	28,695
Pappelholz, gewöhnlich trocknes Tiſchlerholz	34,601
— desgl., ſtark auf einem Ofen getrocknet	37,161
Hainbuchenholz, trocknes Tiſchlerholz	31,800
— desgl.	31,601

Bei dem Verbrennen der Spåne war die Einrichtung getroffen, daß ſie unter der Oeffnung des Calorimeters eine ſchöne helle Flamme, ohne den mindeſten Rauch oder Geruch und ohne einen merklichen Aſchenrückſtand, gaben. Bei Vergleichung der Erfolge ergiebt ſich, daß das Holz um ſo mehr Wårme giebt, je trockner es iſt. Aber bei allen Verſuchen waren die Verhåltnißmengen bei derſelben Holzart faſt ganz gleich, wenn man die noch in den Spånen befindliche Feuchtigkeit beſtimmt und die Quantitåten der wirklich verbrannten Holzſubſtanz ausmittelt. Nur dann, wenn das Holz durch zu ſtarkes Dörren, wobei es

Digitized by Google

ſich ſchon zu verkohlen anfängt, eine Zerſetzung erlitten hat, leiſtet es eine geringere Wirkung. Die Verſuche ergeben ferner, daß die weichen, oder die mehr aufgelockerten Holzarten eine größere Wirkung (bei gleichen Gewichten) hervorbringen, als die ſchwereren, oder die ſogenannten harten Holzarten. Dieſer Erfolg iſt wahrſcheinlich den verſchiedenen Verbrennungszeiten und dem Umſtande zuzuſchreiben, daß das mehr aufgelockerte Holz, weil es der Luft mehr Berührungsfläche darbietet, vollſtändiger zerlegt wird. Möglich iſt es aber auch, daß ſich bei'm Verbrennen des weichen Holzes andere Verhältniſſe von Gasarten bilden, welche bei dem harten Holze, bei einer abgeänderten Verbrennungszeit, vielleicht ebenfalls entſtehen würden.

Bei der Anwendung des Holzes als Brennmaterial unterſcheidet man gewöhnlich vier verſchiedene Zuſtände, in welche es vor der Anwendung gebracht werden muß, und zwar:

1) Das Holz wird bloß in beſtimmte Maaße geſchnitten, zerſpalten und auf regelmäßige Haufen geſchichtet. So nennt man das Brennholz roh.

2) Iſt aus dem rohen Brennholze das Waſſer durch Anwendung von Sonnenwärme und Schutz vor Regen und Schnee zum großen Theile verdampft, ſo nennt man daſſelbe getrocknet.

3) Wird dieſe Verflüchtigung der Feuchtigkeit, wie es in vielen Fällen nothwendig iſt, durch künſtliche Wärme in einem höheren Grade bewirkt, ſo nennt man das Brennholz gedörrt.

4) Entfernt man endlich durch eine noch höhere Steigerung der Temperatur die flüchtigen Beſtandtheile, welche die Holzfaſern zuſammenſetzen, ſo bezeichnet man dieſe Operation mit der Benennung des Verkohlens des Holzes.

Digitized by Google

Obgleich jede Anwendung von rohem Brennmaterial ſehr unvortheilhaft iſt, wenn man höhere Hitzgrade hervorbringen oder an Brennmaterial erſparen will, ſo iſt es doch häufig der Fall, daß es dann angewendet wird, wenn nur von niederen Temperaturen die Rede iſt, z. B., in Stubenöfen, in Pottaſcheſiedereien ꝛc. Sollen höhere Hitzgrade hervorgebracht werden, ſo muß das Holz vorher wenigſtens getrocknet, in den mehrſten Fällen aber gedörrt werden, z. B., bei der Anwendung in Porcellanöfen, in den Flammenöfen zum Friſchen und zum Umſchmelzen von Roheiſen, in den Glasöfen ꝛc. Sollen endlich in größeren Räumen die höchſten Hitzgrade erregt und zugleich Reductionen oxydirter Körper bewirkt, oder in ſehr kleinen Räumen hohe Temperaturen hervorgebracht und in beiden Fällen die größtmögliche Hitze auf einem Puncte concentrirt werden, ſo muß das Holz im verkohlten Zuſtande angewendet werden.

Weder die äußerſt verſchiedene Wirkung des Holzes und der Holzkohle bei'm Verbrennen, noch der Brennmaterialien-Aufwand bei'm Dörren und Verkohlen deſſelben im Großen, ſind, ſo viel bekannt, mit hinreichender Genauigkeit beſtimmt, und eben ſo wenig die Gründe der Verſchiedenheit nachgewieſen, weshalb der Hr. Hüttenverwalter Kirn auf der kön. Würtemb. Glashütte Schönmünzach mehrere Verſuche hierüber anſtellte. Das bei dieſen Verſuchen angewendete Holz war 3 Fuß lang, die Klafter 6 Fuß weit und 6 Fuß hoch, mithin enthielt dieſelbe 108 Cubikfuß.

Bei der Art, wie das Holz geſpalten wird, ergeben ſich aus 3½ Klafter ungeſpaltenem 4⅛ Klafter geſpaltenes Holz, welche gerade einen der unten näher beſchriebenen Holzdörröfen füllen. Bei'm Spalten dieſes Holzquantums blieben durchſchnittlich 20 Cubikfuß Späne und Rinden zurück, welche nachher

als Brennmaterial zum Dörren des Holzes benutzt wurden.

Bei allen dieſen Verſuchen betrug die in den Holzdörröfen hervorgebrachte Temperatur oben im Ofen zwiſchen 60 und 70°, auf dem Boden deſſelben 55 bis 60°, auf welcher Höhe ſie ſo viel als möglich während des ganzen Verlaufes der Verſuche erhalten wurde, weshalb bei naſſem Holze in gleicher Zeit mehr Brennmaterial angewendet werden mußte, als bei trocknem. Die Temperaturen ſind ſämmtlich nach Reaumur'ſchen Graden angegeben.

Um zu beſtimmen, ob das Holz vollkommen waſſerfrei ſey, ward hart calcinirte, fein gepulverte Pottaſche auf Fließpapier auf einer kalten Steinplatte in den Ofen gebracht. Zog die Pottaſche noch im mindeſten Waſſer an, ſo wurde die Operation ſo lange fortgeſetzt, bis ſie ganz trocken blieb. Dann war auch das Holz völlig waſſerfrei.

Aus dieſen Verſuchen ergeben ſich nun folgende Reſultate:

1) Nadelholz in Scheiten, welches im Frühjahre gefällt, ſogleich nach dem Fällen ſo viel als möglich der Einwirkung der Sonnenwärme und trockenen Luft ausgeſetzt, längſtens nach Ablauf eines Jahres (vom Fällen an) geſpalten, dann, wenn es möglich iſt, unter Dach oder doch wenigſtens auf einen, der Sonnenwärme und dem Luftzuge ausgeſetzten Platz regelmäßig aufgeſetzt worden, hernach die Sommermonate hindurch daſelbſt ſtehen geblieben, alſo $1\frac{1}{2}$ Jahr alt geworden war, läßt ſich in der kürzeſten Zeit und mit dem mindeſten Brennmaterialien-Aufwande dörren.

2) Der Zeit- und Brennmaterialien-Aufwand iſt bei dem geflößten Holze etwas geringer, als bei jenem, welches den Einwirkungen des Waſſers bei'm Flößen nicht ausgeſetzt war.

Digitized by Google

3) Gut behandeltes buchenes Scheitholz erfordert $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial zum Dörren, als eben ſo behandeltes tannenes Scheitholz.

4) Iſt es höchſt nachtheilig, Brennholz länger in runden Stücken ungeſpalten liegen zu laſſen. Die Nachtheile ſcheinen bei Holz von geringerem Durchmeſſer und bei Laubholze ſo groß, daß das Holz, wenn es nicht ſehr ſorgfältig vor Näſſe bewahrt wird, in Fäulniß übergeht. Der Brennmaterialien-Aufwand, welcher zur Entfernung des Waſſers nöthig iſt, kann durch dieſe nachtheiligen Verhältniſſe mehr als verdoppelt und bis über $\frac{1}{8}$ des zu dörrenden Holzes gebracht werden.

5) Tannene, buchene und birkene Aeſte erfordern zum Dörren gleich viel Zeit und Brennmaterial; das tannene Aſtholz $\frac{1}{4}$ des letztern mehr, als das tannene Scheitholz.

6) Tannenes Scheitholz, welches in den Wintermonaten gehauen worden und den Winter über im dunkeln Walde geſtanden hat, erfordert beinahe $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial, als wenn es im Frühjahre gehauen und ſogleich aus dem Walde geſchafft worden.

7) Ganz gut behandeltes Tannenſcheitholz, welches längere Zeit ungeſpalten ſtand und dann vom Spalten hinweg in die Dörröfen gebracht wird, erfordert auch ungefähr $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial zum Dörren, als richtig behandeltes Holz.

8) Hat die Lufttemperatur einen bedeutenden Einfluß auf das Holzdörren.

9) Kann durch die Abfälle bei'm Holzſpalten ungefähr $\frac{1}{5}$ des zum Dörren nöthigen Brennmaterials erſpart werden.

Digitized by Google

Vom Trocknen des Brennholzes an der Luft.

Soll Holz, wie es aus der Hand des Holzhauers kommt, verbrannt werden, ſo muß daſſelbe in eine Temperatur gebracht werden, welche das Waſſer in Dampf verwandelt. Dies geſchieht entweder, ehe es als Brennmaterial verwendet wird, oder während des Verbrennens. In einem wie in dem andern Falle wird die hierzu erforderliche Menge Wärme an den Waſſerdampf gebunden und iſt außer Stande, eine weitere Wirkung auf andere Körper zu äußern.

Geſchieht dieſes Austreiben des im Holze enthaltenen Waſſers durch künſtliche Wärme, ſo iſt der dazu erforderliche Brennmaterialien-Aufwand ziemlich gleich, das Holz mag vor dem Verbrennen oder während deſſelben ſeines Waſſergehaltes beraubt werden, nur iſt es in letzterm Falle, wo nicht unmöglich, doch äußerſt ſchwierig, ſehr hohe Temperaturen zu erwecken. Je mehr man durch Sonnenwärme unterſtützt wird, deſto weniger hat man nöthig, künſtliche Wärme anzuwenden, deſto wohlfeiler wird alſo das Holz von ſeinem Waſſer befreit werden.

Das Trocknen iſt demnach die wichtigſte Vorbereitung des Brennholzes, obſchon dieſelbe häufig als unweſentlich überſehen wird. So viel auch in dieſer Beziehung der Holzkäufer thun kann, ſo kann doch der Waldeigenthümer noch weit mehr zur Verbeſſerung oder Verſchlechterung des Holzes durch die forſtwiſſenſchaftliche Behandlung des Holzes beitragen. Nicht ganz ungegründet iſt die Klage vieler Holzconſumenten, daß das Holz in früheren Jahren ſchon im Walde viel beſſer ausgetrocknet ſey. Der Grund liegt in der veränderten Behandlung der Waldungen. Vor nicht langer Zeit, als noch in ſehr vielen Gegenden

Digitized by Google

Ueberfluß an Holz vorhanden war, wurde ein Theil des Waldes nach dem andern ganz kahl niedergehauen und dann der Vorſorge der Natur überlaſſen, wie ſich dieſe kahle Stelle wieder beſaame. Das Brennholz wurde daſelbſt aufgeklaftert und konnte auf dieſer freien Stelle, den Einwirkungen von Sonne und Luft ausgeſetzt, leicht austrocknen. Als man aber die Nachtheile kennen gelernt, welche dieſe Methode, den Wald zu bewirthſchaften, in Beziehung auf die Fortpflanzung des Holzes nach ſich zieht, führte man eine andere ein, welche die Natur in ihrem Wirken bei Fortpflanzung der Wälder nachahmt und ihr hülfreich unter die Arme greift. So ſehr es aber auch die Pflicht eines guten Waldwirthes iſt, die Natur in ihrem Walten zu unterſtützen und nur Stämme aus dem Walde zu nehmen, welche ihren kräftigeren Nachbarn zurückſtehen mußten, oder ſolche, die ihre Haubarkeit erreicht haben, nachdem ihre Nachkommen ſo weit erſtarkt ſind, daß ſie ohne fremden Schutz fortkommen können; eben ſo iſt es auch Pflicht deſſelben, die gehauenen Hölzer der Zerſtörung zu entziehen, welche die Natur über ſie verhängt. Freier Zutritt von Wärme, Waſſer und Luft ſind die Bedingungen, unter welchen jeder vegetabiliſche Körper in Fäulniß übergeht. Dieſes geſchieht um ſo ſchneller, je höher die Wärme bei fortwährender Einwirkung der beiden andern Körper iſt. Durch Abhaltung des Waſſers allein kann dem Faulen auf eine lange Zeit begegnet werden. Weil aber die atmoſphäriſche Luft immer mehr oder weniger Waſſer enthält, ſo reichen Luft und Wärme ſchon hin, das Holz nach und nach, jedoch erſt nach Verlauf längerer Zeit, zu zerſtören. Friſch gefälltes und namentlich junges Holz enthält in ſeinen Röhrengefäßen immer Säfte in mehr oder minder flüſſigem Zuſtande, welche ſehr bald in Eſſiggährung zu gerathen anfangen und in dieſem Zuſtande

die faule Gährung bei der übrigen Holzmaſſe herbeizuführen pflegen. Dies geſchieht bei Laubholz, welches nicht geſpalten oder entrindet worden, in ganz kurzer Zeit; bei ungeſpaltenem Nadelholze etwas ſpäter; länger erhält ſich geſpaltenes Holz aller Gattungen. Werden dieſe Säfte, bevor ſie in Gährung gerathen, ſo verdichtet, daß ſie ſich der Holzmaſſe aſſimiliren, ſo iſt auch ihre nachtheilige Wirkung auf dieſelbe aufgehoben. Dieſes Eindicken geſchieht, wie bei anderen Flüſſigkeiten, dadurch, daß man das Holz einer gehörigen Wärme ausſetzt.

Um das Holz vor Fäulniß zu bewahren, muß demſelben alſo ſo bald, als möglich, alles Waſſer entzogen werden, welches nur dadurch vollſtändig geſchehen kann, daß das Waſſer ſo ſchnell verdampft wird, daß es nicht Zeit hat, eine zerſtörende Wirkung auf das Holz zu äußern. Dasjenige Waſſer, welches mit den Säften des friſchen Holzes innig verbunden iſt, trennt ſich weit ſchwerer davon, als jenes, welches durch Capillarwirkung der Röhrengefäße, nach Verdichtung der Säfte, von dem Holze angezogen worden, weshalb zum Trocknen des friſchen Holzes mehr Wärme erforderlich iſt, als um das ſchon einmal trokken geweſene Holz, nachdem es wieder naß geworden, abermals zu trocknen. Wird friſches Holz ſogleich nach dem Fällen in's Waſſer gelegt, ſo löſen ſich die der Holzmaſſe noch nicht vollſtändig aſſimilirten Säfte ganz auf und werden ausgezogen, weshalb ſolches Holz zwar ſehr bald vollkommen trocken wird, aber auch an ſeiner Maſſe viel verloren geht.

Hiernach wäre die zweckmäßigſte Zeit zum Holzfällen diejenige Jahreszeit, welche der größern Hitze vorangeht, mithin das Frühjahr; das Holz könnte daher in den Monaten März, April, Mai aufgeklaftert und dann ſogleich an den Ort ſeiner Beſtimmung gebracht werden. Obſchon man ſich nach und

nach von der Zweckmäßigkeit dieſer Fällungszeit überzeugen wird, ſo hat man doch erſt da angefangen, im Frühjahre Holz zu fällen, wo die Zerſtörung des Holzes zu ſchnell und augenfällig vor ſich ging, nämlich in Gebirgsgegenden. In ſolchen Gegenden tritt im Frühjahre eine ſolche Witterung ein, daß das Holz, welches in den Monaten Januar und Februar gefällt worden, in der Näſſe geſpalten und aufgeklaftert werden muß. Die in den Röhrengefäßen deſſelben enthaltenen noch flüſſigen Säfte werden mit Waſſer verdünnt, ſo daß ſie ſich der Holzmaſſe nicht mehr aſſimiliren können; in dieſem Zuſtande gefriert das Holz öfter wieder ein, thaut oft auf, um wieder zu gefrieren und muß an nördlichen und nordöſtlichen Bergabhängen unter einer Schneedecke oft bis in den Monat April und Mai ſtehen bleiben. Bei dem Abgange des Schnees wird es wieder ganz naß und kann bei dem wenigen Zutritte von Sonne und warmer Luft, deſſen es ſich zu erfreuen hat, nicht mehr austrocknen. Die Folgen hiervon ſind um ſo ſchlimmer, je dunkler der Wald geſtellt war, mithin in einer Durchforſtung, wo ohnedies größerntheils nur Aſtholz erhauen wird, am ſchlimmſten, und in einem Lichtſchlage am mindeſten nachtheilig.

Iſt das Holz gefällt und aufgeklaftert, ſo muß ihm eine Stelle verſchafft werden, wo es der kräftigſten Einwirkung der Sonnenwärme und einem gleichzeitigen Luftzuge ausgeſetzt werden kann. Daß ſich der geſchloſſene Wald nicht hierzu eigne, iſt klar; es muß daher aus dem Walde geſchafft und an eine Stelle, welche die eben bezeichneten Eigenſchaften hat, gebracht werden. Die Vorſichtsmaaßregeln bei'm Aufklaftern und Aufbewahren des Holzes bis zu deſſen Gebrauche ſind ſo bekannt, daß nichts weiter darüber hinzuzufügen iſt.

Vom Dörren des Brennholzes.

Weil durch dieſe Operation, eben ſo wie durch das Trocknen des Brennholzes, nur die Entfernung des Waſſers aus demſelben beabſichtigt wird, ſo muß ſie um ſo leichter erfolgen, je reiner das Waſſer ſchon durch das Trocknen ausgetrieben worden iſt. Die Anwendung künſtlicher Wärme oder das Dörren des Holzes iſt daher nur nöthig, um das Mangelhafte des Trocknens durch natürliche Verdunſtung zu ergänzen und die letzten Reſte von Waſſer aus dem Holze auszutreiben. Das Dörren des Holzes geſchieht in Räumen, welche von Mauerwerk umfangen ſind und mit einem Feuerheerde in Verbindung ſtehen, von dem ihnen die erforderliche Wärme mitgetheilt wird, und bei welchen die Waſſerdämpfe durch beſondere Oeffnungen abgeführt werden. Dieſe Räume nennt man **Dörröfen**; ihre Einrichtung iſt ſehr verſchieden und zum Theil noch äußerſt unvollſtändig. Eine der beſſern Einrichtungen iſt folgende:

Die Zeichnung Fig. 1 ſtellt den Grundriß und Fig. 2 die vordere Anſicht eines Holzdörrofens vor. Der Feuerungsraum, oder der Heerd a, auf welchem die Holzabfälle verbrannt werden, muß ſo geräumig ſeyn, daß immer ungefähr $\frac{1}{2}$ Cubikfuß Abfälle zugleich aufgeſchüttet werden können; auch müſſen die Roſtöffnungen ſehr enge ſeyn, damit die kleineren Späne und Rinden nicht durchfallen können. Ueber dieſem Feuerheerde wird der Raum eingerichtet, welcher das zu dörrende Holz enthält und deſſen Größe ſich nach der Länge des Holzes richtet. Wird das Holz in der gewöhnlichen Länge von 4 Fuß angewendet, ſo muß die Länge von eb und cd auch 4 Fuß betragen; die von bc aber etwas mehr als 4 Fuß, damit man mit dem Holzkarren, ohne anzuſtoßen, aus- und einfahren kann; mithin müßte bei vierfüßigem Holze der Ofen

im Lichten mindeſtens 12½ Fuß haben. Die Oeffnung f, durch welche die warme Luft aus dem Raume a unter der Ofenſohle einſtrömt, kann nicht wohl kleiner als 2 Fuß ſeyn und, weil ſie ½ Fuß von der Wand abſtehen, auch das Holz wenigſtens 1½ Fuß von dieſer Oeffnung entfernt bleiben muß, ſo wird dem Ofen, wenn 2 Holzlängen eingeſetzt werden ſollen, auch eine Länge von 12½ Fuß zugetheilt werden. Wird das Holz in der Mitte abgeſägt, ſo darf die mittlere Gaſſe nur 3 Fuß weit, mithin der Ofen nur 11 Fuß breit ſeyn. Die Oefen ſind oben gewöhnlich mit einem Gewölbe von Backſteinen geſchloſſen. Die Dörröfen ſind nicht leicht über 8 Fuß hoch, weil bei einer größeren Höhe die Wärme ſich zu ſehr in die Höhe ziehen und das obere Holz verkohlt werden würde, während das untere noch nicht gehörig trocken iſt. Um indeß den obern Raum möglichſt zu benutzen, muß ein möglichſt flaches Gewölbe angewendet werden. Die Weite der Eingangsöffnung g richtet ſich auch nach der Länge des Holzes. Sie enthält ſelten über 4 Fuß Höhe, denn weil ſie durch Thüren von ſtarkem Blech geſchloſſen werden muß, ſo würden dieſelben in der Anwendung unbequem ſeyn, wenn ſie eine größere Dimenſion enthielten.

Die Oeffnung, durch welche die Wärme einſtrömt, wird mit einem Aufſatze von Blech bedeckt, welcher, wie die Fig. 3 zeigt, oben umgebogen, vorn aber offen iſt, damit die von dem Heerde aufſteigenden Funken von dem trocknen Holze abgewieſen werden und die Wärme ungehindert in den Ofen treten könne. Zum Abzuge der Dämpfe ſind bei h Oeffnungen angebracht, welche ſich an den Ecken des Ofens befinden, damit ſich die Wärme auf dem Boden deſſelben verbreiten und auch auf die Rückſeite des Holzes, welches etwas entfernt von der Wand ge-

ſetzt wird, wirken könne. In dieſen Oefen wird das auf die beſchriebene Art behandelte Holz eingetragen, die Blechthüren werden geſchloſſen, und es wird auf dem Heerde ſo lange ein lebhaftes Feuer unterhalten, bis das Dampfen aus den Abzugsöffnungen nachläßt, worauf es nach und nach gemäßigt werden muß. Hat das Dampfen ganz aufgehört und fangen die Blechthüren an, ſehr warm zu werden, ſo iſt das Holz zum Gebrauche tauglich; denn ſo lange Feuchtigkeit in dem Holze enthalten iſt, ſchlägt ſich dieſelbe an den Blechen als Waſſer nieder und kühlt dieſelben ab. Iſt die Operation beendigt, ſo öffnet man die Thüren und nimmt das Holz heraus. Weil der Ofen aber ſogleich nach Beendigung des Dörrens noch ſehr heiß iſt, ſo befindet ſich, um die Abkühlung zu befördern, auf der Rückſeite eine Oeffnung i, die während des Dörrens geſchloſſen iſt, nachher aber geöffnet wird. Das gedörrte Holz zieht ſehr ſchnell wieder Feuchtigkeit aus der Luft an, weshalb es gut iſt, daſſelbe ſogleich aus dem Dörrofen zu den Feuerungen zu verbrauchen.

Der Aſchengehalt der verſchiedenen Holzarten richtet ſich zum Theil nach den zufälligen Umſtänden, unter welchen der Baum gewachſen iſt. v. Sauſſure zeigte zuerſt, daß kohlenſaure Kalkerde — und nicht Kieſelerde, wie man bis dahin geglaubt hatte — der überwiegende Beſtandtheil der Holzaſche iſt. Die aus dem Holze dargeſtellte Kohle nimmt übrigens den ganzen Gehalt an Erden, Salzen und Alkalien auf, welcher ſich in dem Holze befand. Der Aſchengehalt der Kohle wird folglich um ſo bedeutender ſeyn, je weniger Kohle aus dem Holze (ohne theilweiſes Verbrennen deſſelben) dargeſtellt wird. Nimmt man, z. B., eine mittlere Kohlengewinnung von 20 Procent — dem Gewichte nach — aus dem Holze an, ſo wird die Kohle fünfmal ſo viel Aſche enthalten,

als das Holz, woraus ſie bereitet iſt. — Sehr ausführliche Verſuche über die Menge und Beſchaffenheit der Aſche aus verſchiedenen Holzarten haben die Herren Berthier und Werneck angeſtellt. Die Unterſuchungen des Letzteren beziehen ſich vorzüglich auf die Ausmittelung der Menge der Aſche überhaupt und auf die der Pottaſche insbeſondere, welche aus einer gewiſſen Menge verſchiedener Holzarten erhalten wird. Herr Berthier hat dagegen beſonders die Beſchaffenheit der Aſche aus verſchiedenen Holzarten beſtimmt. Er beſtätigt v. Sauſſure's frühere Angabe, daß die Holzaſche größtentheils aus kohlenſaurer Kalkerde beſteht, daß ſie außerdem ſchwefelſaure und phosphorſaure Salze, kohlenſaures Kali, etwas Eiſenoxyd, wenig Kieſelerde und niemals Thonerde enthält. Der Aſchengehalt des Holzes und der Holzkohlen hat auf die metallurgiſchen Proceſſe niemals einen ungünſtigen Einfluß, theils wegen der Beſchaffenheit, theils wegen der geringen Menge von Aſche, welche die Holzarten und die daraus bereiteten Kohlen hinterlaſſen. Nur ſelten beträgt der Aſchengehalt des Holzes über $\frac{1}{2}$ Procent dem Gewichte nach, obgleich er zuweilen bis 2 Procent und darüber zu ſteigen ſcheint. Faules Holz ſoll, nach Piſſis, noch einmal ſo viel Aſche bei'm Verbrennen zurücklaſſen, als das geſunde.

Das Holz wird durch Säuren und Alkalien zerſtört und in Stoffe umgeändert, welche den Beſtandtheilen deſſelben und der Wirkungsart der angewendeten Körper entſprechen. Dieſe Veränderungen haben für den Metallurgen kein unmittelbares Intereſſe. Deſto wichtiger für ihn iſt diejenige Veränderung, welche das Holz durch die freiwillige Zerſetzung in der erhöheten Temperatur erleidet.

Digitized by Google

Zweites Capitel.

Vom Verkohlen des Holzes und von der Holzkohle.

Bekanntlich ſind alle Producte, die bei der trocknen Deſtillation organiſcher Körper erhalten werden, aus den ſogenannten näheren Beſtandtheilen dieſer Körper abgeleitet. Aber Kohlenſtoff, Sauerſtoff und Waſſerſtoff, welche die näheren Beſtandtheile des Holzes ausmachen, ſind, bei verſchiedenen Graden der Temperatur, auch verſchiedenen Verbindungsgeſetzen unterworfen. Es muß daher die Menge der bei der trocknen Deſtillation, oder bei'm Verkohlen zurückbleibenden reinen Kohle nicht bloß von der Beſchaffenheit des zu verkohlenden Körpers, ſondern auch zugleich von den Graden der Temperatur abhängen, welche bei'm Verkohlen angewendet wird. Und ſo iſt es auch in der That. Manche Harze und Fette, die ungleich mehr Kohlenſtoff enthalten, als das Holz, hinterlaſſen bei der freiwilligen Entmiſchung in der erhöheten Temperatur nicht eine Spur von Kohle; und bei einer und derſelben Holzart iſt die Menge der zurückbleibenden Kohle ganz von dem Grade der Hitze bei'm Verkohlen abhängig; eben ſo ſehr, als die Menge und Beſchaffenheit der übrigen bei der trocknen Deſtillation, oder bei'm Verkohlen ſich bildenden Verbindungen nach den Graden der angewendeten Temperatur verſchieden ſind, indem die Quantität der zurückbleibenden Kohle nur eine Folge von der Natur und Beſchaffenheit der gasartigen und der tropfbar-flüſſigen Verbindung iſt, die bei

Digitized by Google

dieſem Proceſſe gebildet werden. Iſt alſo die Darſtellung der Kohle der Hauptzweck des Proceſſes, ſo wird eine möglichſt niedrige und nur gegen das Ende des Proceſſes geſteigerte Hitze das Mittel ſeyn, um ſo wenig Kohle, als möglich, in den ſich bildenden gasartigen und tropfbar-flüſſigen Verbindungen zu verlieren.

Die bei der trocknen Deſtillation des Holzes ſich bildenden Producte ſind: Waſſer, Oel, Harz, Holzſäure, Holzſpiritus, ein Gemenge von Gasarten, zuſammengeſetzt aus kohlenſaurem Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwaſſerſtoffgas und ölzeugendem Gas, und endlich Kohle. Das Verhältniß aller dieſer Verbindungen zueinander und zu der Menge der zurückbleibenden Kohle iſt zum großen Theil von der Temperatur abhängig. Man unternimmt die trockne Deſtillation oder die Verkohlung des Holzes zuweilen in der Abſicht, um das Oel und die harzigen Theile zu gewinnen, und in anderen Fällen, um die Holzſäure darzuſtellen; immer aber muß die bei der Zerſetzung des Holzes zurückbleibende Kohle als das Hauptproduct betrachtet werden, welches die Koſten für das Holz und für den Deſtillationsproceß zum größten Theile decken muß. Der Metallurg ſieht die Darſtellung der Kohle als den eigentlichen und gewöhnlich als den einzigen Zweck der Verkohlung an, obgleich die Vorrichtungen zur Verkohlung zuweilen ſo getroffen ſind, daß auch die öligen und die harzigen Theile und die Holzſäure als Nebenproducte gewonnen werden. Die zu verſchiedenen Zeiten wiederholten Aufforderungen, bei der Verkohlung des Holzes die Nebenproducte nicht unbeachtet zu laſſen, und die Verſicherungen, daß der Werth dieſer Nebenproducte die Koſten für das Holz zu decken im Stande ſey, ſo daß ſich die Kohle faſt ganz koſtenfrei erhalten laſſe, haben niemals einen allgemeinen Eingang gefunden. Der durch das Auf-

Digitized by Google

ſammeln der Säure und des Theers entſtehende Vortheil kann nur in wenigen Gegenden berückſichtigt werden, wird auch durch die größeren Verkohlungskoſten bedeutend vermindert. Theer und Pech laſſen ſich nur aus den harzreicheren Theilen einiger Pinus-Arten mit Vortheil gewinnen. Eben ſo wird das Brandharz aus dem Birkenholze nur in ſolchen Gegenden dargeſtellt, wo das Holz einen geringeren Werth hat, oder wo die Arbeitslöhne wohlfeil zu erhalten ſind. Die Holzſäure erfordert zur Reinigung ſo bedeutende Koſten, daß der Vortheil bei'm Aufſammeln derſelben darüber ganz verloren geht. Deshalb haben auch alle Anlagen, welche die Benutzung der Holzſäure auf Eſſig oder auf eſſigſaure Präparate zum Zwecke hatten, nur einen ſchwachen Fortgang gehabt. Nachdem man in der neueſten Zeit die Eſſigſäure auf eine einfache Weiſe aus dem Weingeiſte darzuſtellen gelernt hat, wird es noch weniger möglich ſeyn, die Holzſäure mit Vortheil zu benutzen. Wäre es gegründet, daß bei der Deſtillation des Holzes, in geſchloſſenen Räumen, ohne allen Luftzutritt, eine größere Quantität Kohle aus dem Holze dargeſtellt werden könnte, ſo würde die Verkohlung in geſchloſſenen Räumen, wobei Theer und Säure in der größten Menge zu erhalten ſind, wegen der zugleich zu gewinnenden größeren Menge Kohle rathſam oder vortheilhaft erſcheinen; aber die Erfahrung widerſpricht einem ſolchen Erfolge, und es iſt daher kein Grund vorhanden, der größeren Kohlenerzeugung wegen der Verkohlung in verſchloſſenen Räumen den Vorzug zu geben.

Setzt man Holz einer Temperatur von höchſtens 120° R. längere Zeit aus, ſo tritt ein Zeitpunct ein, wo keine Gewichtsveränderung weiter ſtatſindet. Das völlig lufttrockene (aber noch nicht in der Waſſerſiedhitze getrocknete) Holz verliert dabei zwiſchen

56 und 59 Procent. Der Rückſtand, welcher, außer einem etwas matteren Anſehen, ganz der gewöhnlichen Holzkohle ähnlich zu ſeyn ſcheint, wiegt alſo zwiſchen 41 und 44 Procent von der angewendeten Holzmenge. Dieſe kohlenartige Subſtanz, welche Rumford das Pflanzengerüſt oder das Skelett der Pflanze nannte, und von welcher er behauptete, daß ſie reine Kohle und in allen Pflanzen in gleicher Menge vorhanden ſey, iſt jedoch keineswegs eine wirkliche Kohle, ſondern eine nicht vollſtändig entmiſchte Holzfaſer. In einer Temperatur von 120° R. läßt ſich nämlich die Entmiſchung des Holzes nicht weiter bringen, als bis zu einem Verluſte von 56 bis 59 Procent. Wird aber die Temperatur erhöhet, ſo tritt ein neuer Gewichtsverluſt ein, welcher für dieſen Grad der Temperatur ebenfalls conſtant bleibt, bis endlich in der Rothglühhitze die Entmiſchung der Holzfaſer vollſtändig erfolgt iſt und nun, ohne Luftzutritt, keine Gewichtsverminderung weiter ſtattfindet. Die Producte einer ſolchen langſamen Zerſetzung müſſen von denen bedeutend abweichen, welche bei der durch ſchnell verſtärkte Hitze bewirkten Zerſetzung erhalten werden, weil in beiden Fällen ſehr ungleiche Quantitäten Kohle zurückbleiben. Weißbuchenholz, welches bei'm ſchnellen Verkohlen die gewöhnlichen Producte der Holzdeſtillation giebt und 13,3 Procent Kohle hinterläßt, entwickelt bei einer ſehr langſamen Temperaturerhöhung ungleich mehr Waſſer, Kohlenwaſſerſtoffgas und kohlenſaures Gas und hinterläßt 26,1 Procent, alſo faſt noch einmal ſo viel Kohle. Die Zerſetzung der Holzfaſer beginnt alſo ſchon in einer ziemlich niedrigen Temperatur, wird aber erſt in der Rothglühhitze vollendet. Herr Cheuvreuſſe hat auf das ſehr verſchiedenartige Verhalten der Kohle, welche in ſchwacher Hitze erzeugt iſt, von dem derjenigen Kohle, die bei der Anwen-

dung von Rothglühhitze aus einer und derſelben Holzart dargeſtellt wird, beſonders aufmerkſam gemacht. Die erſtere hat ein geringeres ſpecifiſches Gewicht, leitet die Electricität und die Wärme ungleich ſchlechter, iſt weit leichter verbrennlich (und daher zur Pulverfabrication beſonders geeignet) und abſorbirt die Feuchtigkeit aus der Atmoſphäre ſehr viel ſchneller und in einem ſtärkeren Grade, als die Kohle, zu deren Darſtellung Rothglühhitze angewendet worden iſt. Die in geringerer Temperatur erhaltene Kohle iſt aber noch keine reine Kohle; vermuthlich iſt ſie mit Sauerſtoff und vielleicht nicht mehr mit Waſſerſtoff verbunden, welches indeß noch nähere Unterſuchungen erfordert.

Sehr verſchieden ſind die Angaben der Phyſiker über den durch die trockne Deſtillation darſtellbaren Kohlengehalt des Holzes. Es iſt überflüſſig, die Reſultate aufzuführen, weil ſich nach den verſchiedenen Graden der zum Verkohlen angewendeten Temperatur ſehr große Abweichungen in den Reſultaten zeigen müſſen. Bei einer möglichſt langſamen Verkohlung, durch welche man das Maximum des darſtellbaren Kohlengehaltes erhält, geben alle Holzarten eine faſt gleich große Menge von Kohle. Man kann daher wohl annehmen, daß alle Abweichungen in den Angaben über den darſtellbaren Kohlengehalt aus einer und derſelben, ſo wie aus den verſchiedenen Holzarten bloß in der Anwendung verſchiedener Temperaturgrade bei der Verkohlung ihren Grund haben. In der hier folgenden Nachweiſung iſt das Ausbringen von Kohle für jede Holzart doppelt angegeben, einmal, wenn die Verkohlung ſehr ſchnell erfolgt, oder wenn ſogleich Glühhitze bei der Deſtillation gegeben, und dann, wenn nur eine ſehr langſam bis zum Glühen geſteigerte Temperatur angewendet wird.

100 Gewichtstheile von folgenden Holzarten geben:	Bei raſcher Verkohlung Kohle.	Bei langſamer Verkohlung: Kohle.
Junges Eichenholz	16,54	25,6
Altes Eichenholz	15,91	25,71
Junges Rothbuchenholz (Fagus sylvatica)	14,875	25,875
Altes Rothbuchenholz	14,15	26,15
Junges Weißbuchenholz (Carpinus Betulus)	13,12	25,22
Altes Weißbuchenholz . . .	13,65	26,45
Junges Erlenholz	14,45	25,65
Altes Erlenholz	15,3	25,65
Junges Birkenholz	13,05	25,05
Altes Birkenholz	12,2	24,70
Birkenholz, welches über 100 Jahre in einer Grube als Stempel geſtanden und ſich gut erhalten hatte . . .	12,15	25,10
Junges Fichtenholz (Pinus picea, Duroi)	14,25	25,25
Altes Fichtenholz	14,05	25
Junges Tannenholz (Pinus Abies, Duroi)	16,225	27,725
Altes Tannenholz	15,35	24,75
Junges Kiefernholz (Pinus sylvestris)	1552	26,07
Altes Kiefernholz	13,75	25,95
Lindenholz	13,3	24,60
Roggenſtroh	13,4	24,60
Stroh von Farrenkraut . .	17	27,95
Rohrſtängel	14,65	26,45

Das Holz ward im Zuſtande von Hobelſpänen angewendet, welche mehrere Tage in einer Tempera-

tur von 12 bis 15° R. vollkommen lufttrocken geworden waren. So verſchieden die Pflanzenfaſer der Gräſer, Farrenkräuter und der Holzarten erſcheinen mag, ſo geben doch alle faſt gleiche Quantitäten Kohle bei der trocknen Deſtillation. Die Abweichungen können nur darin ihren Grund haben, daß es ſchwierig iſt, die Temperatur ſtets in gleicher Höhe zu erhalten. Daher mußten die Reſultate bei der ſchnellen Deſtillation mehr abweichend ausfallen, weil ſich die Temperatur dann noch weniger genau abmeſſen läßt. Bei allen Kohlen war zuletzt vollkommene Glühhitze gegeben worden.

Dieſe Angaben beziehen ſich auf das Gewicht des lufttrocknen Holzes und auf das Gewicht der daraus dargeſtellten Kohlen. Man pflegt aber, bei der Verkohlung im Großen, das mehr oder minder günſtige Reſultat des Verkohlungsproceſſes nicht nach dem Gewichte, ſondern nach dem Volumen zu beurtheilen. Bei dieſen Angaben über das Kohlenausbringen nach dem Volumen finden ganz außerordentliche Abweichungen ſtatt, indem die Zahlen von 40 bis 92 variiren, ſo daß man in einigen Gegenden ein Kohlenausbringen von 40 Procent des Holzvolumens ſchon als eine ſehr gut geführte Verkohlung betrachtet, in anderen aber aus 100 Raumtheilen Holz einige 90 Procent Kohlen erhält und dieſes größere Ausbringen theils der ſorgfältigeren Arbeit, theils der beſſeren Methode bei'm Verkohlen zuzuſchreiben geneigt iſt. Es iſt einleuchtend, daß äußerſt beträchtliche Differenzen ſchon aus dem Alter, aus dem Feuchtigkeitszuſtande und aus der Art des zu verkohlenden Holzes entſpringen müſſen; aber noch größere Abweichungen werden durch die Art herbeigeführt, wie der räumliche Inhalt des zu verkohlenden Holzes und der der erhaltenen Holzkohlen beſtimmt wird. In einigen Gegenden werden der Köhlerei

die Holzquantitäten in Haufen, die nach beſtimmten Maaßen im Walde aufgeſetzt ſind, übergeben. In anderen Gegenden beſtimmt man den räumlichen Inhalt des zu verkohlenden Holzes erſt, nachdem es ſchon in den Meilern aufgeſtellt worden iſt. Bei der Beſtimmung des Volumens der erhaltenen Kohlen kommt es wieder auf die Größe der Stücken an, indem größere Stücken mehr zu hohlen Räumen in den Gemäßen Anlaß geben, als kleinere Kohlen. Ganz beſonders iſt aber die Art und Weiſe, wie das zu verkohlende Holz in den Haufen nach beſtimmten Dimenſionen aufgeſtellt worden iſt, von Einfluß, indem der Köhlerei die mehr oder weniger dicht aufgeſtellten Haufen immer als gleichbedeutende Größen angerechnet werden, obgleich dichter geſetzte Haufen zuweilen wohl $\frac{1}{3}$ wirkliche Holzmaſſe mehr enthalten können, als die ſorglos aufgeſtellten Haufen. Dies Verhältniß, welches den Erfolg der Verkohlung unverdient in einem ſchlechten Lichte erſcheinen laſſen kann, findet vorzüglich dann ſtatt, wenn eine Köhlerei genöthigt iſt, ſich die hohlen Räume in den ſchlecht geſetzten Haufen als wirkliches Holz anrechnen zu laſſen, und es wäre daher wohl möglich, daß bei einem Kohlenausbringen von 50 Procent eine ſorgſamere Arbeit ſtattgefunden hat, als bei einem Ausbringen von 90 Procent, weil im erſten Falle die hohlen Räume in den Haufen als Holz in Rechnung gebracht werden, im letzten Falle aber ein ſehr reichliches Maaß und möglichſt dicht geſetzte Haufen von Holz zur Verkohlung gekommen ſind. Vergleichungen über den Erfolg der Verkohlungsproceſſe in verſchiedenen Gegenden laſſen ſich daher nur mit genauer Berückſichtigung der Beſchaffenheit des Holzes und der Verhältniſſe anſtellen, unter welchen die Beſtimmung des Volumens des zu verkohlenden Holzes geſchieht, in einer und derſelben Gegend, oder bei einer

Digitized by Google

und derſelben Holzart, aber nur dann, wenn bei der Beſtimmung des Volumens mit Unpartheilichkeit und ohne vorgefaßte Meinung für die eine oder die andere Verkohlungsmethode verfahren wird. Ganz fehlerhaft iſt es aber, das Volumen des zum Verkohlen gegebenen Holzes durch Berechnung des Inhalts der Meiler zu beſtimmen, weil dabei die unrichtige Vorausſetzung zum Grunde liegt, daß ein gleicher räumlicher Inhalt der Meiler auch mit einem gleichen Volumen wirklicher Holzmaſſe erfüllt ſey. Verlangt man genaue und zuverläſſige Reſultate von ſolchen Vergleichungen, ſo genügt es nicht, das Volumen des Holzes nach den Dimenſionen der Haufen (Klafter, Malter, Schragen u. ſ. f.) zu beſtimmen, welche zu den Verkohlungsverſuchen angewendet werden; ſondern es muß die wirkliche Holzmaſſe, nach Abzug aller hohlen Räume, ausgemittelt werden. Dieſe Ausmittelung kann nicht durch Ausmeſſen der einzelnen Scheite oder Kloben bewirkt werden, weil die ſehr unregelmäßige Geſtalt der einzelnen Stücken gar keine zuverläſſige Berechnung zuläßt; ſondern man muß die Zwiſchenräume in den aufgeſtellten Klaftern auf andere Weiſe beſtimmen. Dies kann, z. B., dadurch geſchehen, daß ein großes Gefäß von bekanntem räumlichen Inhalte mit dem zu verkohlenden Holze möglichſt dicht ausgefüllt wird, und daß man die Zwiſchenräume durch die Menge von trocknem Sande beſtimmt, welche wieder in Abzug gebracht wird. Auf ähnliche Weiſe würde auch das Volumen der erhaltenen Kohle beſtimmt werden müſſen. Wird, z. B., ein Gefäß, oder irgend ein begrenzter Raum, von 1000 Kubikfuß Inhalt möglichſt dicht mit dem zu verkohlenden Holze ausgelegt, waren aber dennoch zur Ausfüllung der Zwiſchenräume 250 Kubikfuß Sand erforderlich, ſo ſind nur 750 Kubikfuß wirkliche Holzmaſſe zum Verkohlen

gegeben worden. So umſtändlich ein ſolches Verfahren iſt, ſo kann man doch nur allein auf dieſe Weiſe zuverläſſige Reſultate bei Verkohlungsverſuchen erwarten. Dabei wird aber außerdem vorausgeſetzt, daß das zum Verſuche und Gegenverſuche angewendete Holz unter gleichen Verhältniſſen aufgewachſen, eingeſchlagen und aufbewahrt, und daß ein und dieſelbe Holzart angewendet worden iſt.

Das friſch gefällte Holz erleidet eine bedeutende Verminderung ſeines Volumens bei dem Uebergange in den lufttrocknen Zuſtand. Dieſe Verminderung iſt bei den verſchiedenen Holzarten verſchieden und weicht ſogar bei einer und derſelben Holzart nach den Umſtänden ab, unter welchen das Holz aufgewachſen und eingeſchlagen worden iſt. Bei dem Uebergange aus dem lufttrocknen Zuſtande in den Zuſtand, in welchem es alle Feuchtigkeiten verloren hat, — alſo bis zum Braunwerden bei'm Dörren, — muß abermals eine Volumenverminderung eintreten. Bei der Verkohlung in geſchloſſenen Räumen ſoll die Verminderung des Volumens nach einigen Angaben 20 bis 25 Procent betragen, ſo daß 100 Cubikfuß lufttrocknes Holz nur 80 oder 75 Cubikfuß Kohle geben; nach anderen Angaben ſoll die Verminderung ungleich geringer ſeyn, nur 8 bis 10 Procent betragen, ja es ſoll ſogar eine Zunahme am Volumen bis zu 28 Procent ſtattfinden, und dieſe Vergrößerung des Volumens des Holzes ſoll durch das Aufreißen des Holzes, oder durch das Aufſpringen der Kohle veranlaßt werden. Es iſt wohl möglich, daß ein ſolcher Erfolg in einzelnen Fällen eintritt; allein die Darſtellung der Kohle aus dem Holze kann ohne Verminderung des Volumens des letztern nicht erfolgen. Leider fehlt es aber durchaus noch an zuverläſſigen Erfahrungen über die wirkliche

Verminderung des Volumens des Holzes bei'm Verkohlen.

Die Erfahrung lehrt allgemein, daß das ſogenannte harte Holz auch eine dichtere und ſpecifiſch ſchwerere Kohle hinterläßt, als das weiche Holz; daß ſich alſo die Dichtigkeit der Kohle ganz nach der Dichtigkeit des Holzes zu richten ſcheint. Dennoch fehlt es nicht an Angaben über das ſpecifiſche Gewicht verſchiedener Kohlenarten, welche gerade das Gegentheil darthun. Scopoli giebt, bei gleichem Volumen, das Gewicht der Eichenkohle zu 86, der Buchenkohle zu 66, der Birkenkohle zu 61, der Lindenkohle zu 40, der Tannenkohle zu 44 an, welches Verhältniß eben ſo unrichtig zu ſeyn ſcheint, als die Angaben von Hjelm, nach denen das ſpecifiſche Gewicht der Eichenkohle nur 0,256 ſeyn ſoll, während er das der Fichtenkohle zu 0,277 und der Tannenkohle zu 0,218 ſetzt. Kirwan beſtimmt das ſpecifiſche Gewicht der Eichenkohle zu 0,532, der Kohle aus **Fagus sylvatica** (Rothbuche) zu 0,542, der Kohle aus Pappelholz zu 0,280 und der Kohle aus **Pinus picea** (Rothtanne) zu 0,441. Herr Haſſenfratz giebt folgende ſpecifiſchen Gewichte für die verſchiedenen Holzkohlenarten an:

Aus Erlenholz	0,134
= Birkenholz	0,203
= Weißbuchenholz . .	0,183
= Eichenholz	0,155
= Rothbuchenholz . .	0,187
= Rothtannenholz . .	0,176
= Lindenholz	0,106
= Elsbeerholz	0,196
= Ahornholz	0,164
= Eſchenholz	0,200
= Ulmenholz	0,180
= Birnbaumholz . .	0,252

Digitized by Google

Dieſe ſpecifiſchen Gewichte, mit 66 multiplicirt, würden das Gewicht eines rheinländiſchen Cubikfußes Holzkohlen aus den verſchiedenen Hölzarten, in preußiſchen Pfunden ausgedrückt, geben müſſen; allein die auf dieſe Weiſe gefundenen Gewichte eines Cubikfußes Holzkohle von den verſchiedenen Kohlenarten ſind, in der Regel, etwas zu klein, ſo wie die nach der Angabe von Kirwan berechneten viel zu groß ausfallen. — Herr Griffith beſtimmte das ſpecifiſche Gewicht der Kohlen aus einigen ſchwereren Holzarten, theils mit Poren, theils ohne Poren. Das ſpecifiſche Gewicht der Kohlen mit Zwiſchenräumen ward auf die Weiſe ausgemittelt, daß die Kohle mit einem Firniſſe überzogen ward, um das Eindringen des Waſſers abzuhalten. Auf dieſe Weiſe ergaben ſich die ſpecifiſchen Gewichte der Kohlen mit und ohne Poren aus folgenden Holzarten:

Holzart.	Kohle mit Poren.	Kohle ohne Poren.
Guajakholz	0,94	1,84
Kokosholz	0,86	1,36
Ebenholz	0,93	1,40
Braſilienholz	0,60	0,84
Atlasholz	0,55	1,26
Tulpenholz	0,76	1,17
Königsholz	0,70	1,04
Paraportholz	0,57	1,12

Aus allen dieſen Angaben geht hervor, daß das ſpecifiſche Gewicht der verſchiedenen Kohlenarten noch gar nicht mit Zuverläſſigkeit beſtimmt worden iſt, und daß ſelbſt genaue Beſtimmungen, wenn ſie vorhanden wären, für die practiſche Anwendung kaum einen Werth haben, weil ſich daraus das abſolute Gewicht

eines beſtimmten Kohlenvolumens nicht berechnen läßt, theils wegen der Zwiſchenräume, die nach größeren oder kleineren Stücken verſchieden ſind, theils wegen der Poroſität der Kohlen ſelbſt, indem ſie dadurch nicht bloß zu hygroſcopiſchen Körpern werden, ſondern auch mehr oder weniger Luft und Gasarten abſorbiren. Es iſt daher unmöglich, aus dem bekannten Effecte von einem gewiſſen Volumen Kohle, den Effect dem Gewichte nach zu berechnen. Will man alſo Vergleichungen über den Effect der ſchwereren und leichteren Kohlenarten dem Gewichte nach anſtellen, ſo bleibt nichts übrig, als das Gewicht der Kohlen unmittelbar zu beſtimmen, wodurch man wenigſtens dem Einfluſſe der Zwiſchenräume und der Poren auf die mittelbare Gewichtsbeſtimmung entgeht; obgleich auch gleiche abſolute Gewichte der Kohlenmenge nicht gleiche Quantitäten von wirklicher Kohle angeben, weil nicht alle Kohlenarten ein gleiches Vermögen beſitzen, die Feuchtigkeit aus der Atmoſphäre aufzunehmen.

Eine friſch bereitete Kohle zieht in ſehr kurzer Zeit eine bedeutende Menge Feuchtigkeit aus der Atmoſphäre an und vermehrt dadurch ihr Gewicht bis zu 10 und 20 Procent. Für eine und dieſelbe Kohlenart wird ſich der Waſſergehalt ganz nach dem Feuchtigkeitszuſtande der Atmoſphäre richten; ſie wird der trockneren Atmoſphäre Waſſer abgeben und aus der feuchteren Atmoſphäre wieder Feuchtigkeit anziehen. Wird die Kohle aber dem Regen und Schnee lange Zeit ausgeſetzt, und iſt ſie dabei in großen Haufen aufgeſtellt, in welche die Näſſe einzieht, ohne wieder verdampfen zu können, ſo kann die Gewichtsvermehrung das Drei- bis Fünffache des ganzen Gewichts der Kohle betragen, ſo daß ſie ohne alle Wirkſamkeit verbrennt, indem die ſich entwickelnde Hitze nur ſo eben hinreicht, um das angezogene Waſ-

Digitized by Google

ſer zu verdampfen. Die Quantität der Feuchtigkeit, welche die Kohle aus der Atmoſphäre anzieht, ſcheint für die verſchiedenen Kohlenarten ſehr verſchieden zu ſeyn. Herr Nau hat (Hermbſtädt's Archiv III. 167) die Gewichtszunahme der friſchen Kohlen aus vielen Holzarten an der Atmoſphäre binnen 24 Stunden unterſucht. Die folgende Tabelle iſt ein Auszug aus den erhaltenen Reſultaten. Die erſte Spalte enthält den Namen der Holzart, aus welcher die Kohle bereitet iſt; die zweite Spalte giebt das abſolute Gewicht der zum Verſuche angewendeten friſchen Kohle an; die dritte Spalte zeigt die Gewichtszunahme der Kohle binnen 24 Stunden, und die vierte Spalte die Gewichtszunahme in der angegebenen Zeit nach Procenten des Gewichts der Kohle.

1.	2.	3.	4.
Acer campestre . . .	1145	1209	5,5
– pseudo-platanus .	1030	1080	4,8
– platanoides . . .	606	630	3,79
Aesculus hippocastanum	775	822	6,06
Betula alba	905	945	4,4
– alnus	630	680	7,93
Carpinus Betulus . . .	1160	1170	0,8
Crataegus oxyacantha .	1260	1299	3
Corylus avellana . . .	950	1000	5,26
Cornus mascula . . .	1310	1330	1,6
Evonymus europaeus .	871	960	10,2
Fagus castanea . . .	1770	1800	1,7
– sylvatica	1300	1370	5,3
Fraxinus excelsior . . .	1230	1280	4,06
Gleditschia triacanthos .	490	540	10,2
Hedera helix	710	726	2,2
Juglans regia	1100	1110	0,9

Digitized by Google

1.	2.	3.	4.
Juniperus communis . .	1350	1375	1,8
Ligustrum vulgare . .	600	650	8,3
Morus alba	790	845	7
Prunus avium	1000	1080	8
Populus italica	470	510	8,5
- nigra	490	570	16,3
Platanus orientalis . .	593	690	16,3
Pinus picea	428	450	5,14
- sylvestris	730	790	8,2
- abies	661	720	8,9
- laryx	1210	1265	4,5
- strobus	1027	1080	5,16
Quercus robur	1400	1460	4,28
Rhamnus frangula . . .	560	580	3,57
Robinia pseudo-acacia .	890	963	8,2
Spiraea opulifolium . .	1110	1157	4,2
Syringa vulgaris	604	667	10,4
Salix alba	665	720	8,2
Sambucus nigra	920	980	6,5
Taxus baccata	780	860	10,2
Ulmus campestris . . .	1350	1440	6,6
Viburnum opulus	423	450	6,38

Wenn angenommen werden kann, daß dieſe Gewichtszunahmen bei einem und demſelben Feuchtigkeitszuſtande der Atmoſphäre ausgemittelt worden ſind: ſo ergiebt ſich daraus die große Verſchiedenheit in dem Vermögen der verſchiedenen Kohlenarten, die Feuchtigkeit anzuziehen und in den Poren zu verdichten. — Mit allen poröſen Körpern theilt die Kohle aber auch die Eigenſchaft, eine große Quantität Luft in ſich aufzunehmen. Es ſcheint, daß die Größe der Poren auf die Quantität Gas, welche

die Kohle abſorbirt, von Einfluß iſt. Sehr große und ſehr kleine Poren erſchweren die Abſorption. Die Kohle des Korkes abſorbirt keine Luft, weil ſie zu große Poren hat. Außerdem richtet ſich aber die Menge des abſorbirten Gaſes nicht bloß nach der Beſchaffenheit oder nach der Art der Kohle, ſondern auch nach der Beſchaffenheit der Gasart, nach dem Drucke und nach der Temperatur der Luft, ſo wie nach dem Feuchtigkeitszuſtande der Kohle. Die Abſorption nimmt mit dem Drucke der Luft zu, und bei vermindertem Luftdrucke entläßt die Kohle wieder einen Theil des aufgenommenen Gaſes. In der Waſſerſiedehitze findet keine Abſorption mehr ſtatt, vielmehr wird in dieſer Temperatur die Luft ſchon ausgetrieben. Wenn man eine mit einer Gasart geſättigte Kohle mit einer andern Gasart in Berührung bringt, ſo wird von der ſchon abſorbirten Gasart eine Quantität ausgetrieben und dagegen von der andern Gasart eine verhältnißmäßige Menge aufgenommen. Feuchte Kohlen abſorbiren weniger Gas, und durch ſtarkes Anfeuchten wird ein großer Theil des abſorbirten Gaſes ausgeſtoßen. v. Sauſſure hat gefunden, daß die Gegenwart des einen Gaſes ſehr oft die Abſorption des andern befördert. Wird, z. B., eine mit Stickgas oder mit kohlenſaurem Gaſe geſättigte Kohle in Sauerſtoffgas gebracht, ſo wird weniger von den erſteren Gasarten ausgeſtoßen und mehr Sauerſtoffgas aufgenommen, als es der Fall ſeyn müßte, wenn man annimmt, daß ſich ein Theil der Kohle mit der einen und ein anderer Theil mit der andern Gasart ſättigt. Sehr merkwürdig iſt das, nicht bloß von Sauſſure, ſondern auch von Fontana, Rouppe, Parrot und Grindel und von Noorden beobachtete Verhalten der Kohle zur atmoſphäriſchen Luft, indem ſie aus der Atmoſphäre verhältnißmäßig viel mehr Sauerſtoffgas als Stickſtoff

abſorbirt, ſo daß bei einem gewiſſen Verhältniſſe der Kohle zur Luft faſt ganz reines Stickgas zurückbleibt. v. Sauſſure hat ſeine Verſuche über die Menge der Gasarten, welche die Kohle abſorbirt, mit Kohle aus Buchsbaumholz angeſtellt, die er nach ſtarkem Glühen unter Queckſilber ablöſchte. Sie abſorbirte bei + 12° Celſ. und 0,724 Meter Luftdruck, von den folgenden Gasarten, ſo viel mal ihr eigenes Volumen, als die nebenſtehenden Zahlen angeben, nämlich:

Ammoniakgas	90
Salzſaures Gas	85
Schwefelichtſaures Gas	65
Schwefelwaſſerſtoffgas	55
Gasförmiges Stickſtoffoxydul . .	40
Kohlenſaures Gas	35
Kohlenwaſſerſtoffgas im Maximum	35
Kohlenoxydgas	9,42
Sauerſtoffgas	9,25
Stickgas	7,5
Waſſerſtoffgas	1,75

Nach 24 bis 36 Stunden hört alle Abſorption auf, mit Ausnahme bei'm Sauerſtoffgaſe, welches fortwährend, aber in abnehmenden Verhältniſſen abſorbirt wird, ſo daß die Kohle während der Dauer eines ganzen Jahres nur das Vierzehnfache ihres Volumens an Sauerſtoffgas aufnimmt. Feuchte Kohle abſorbirt von allen Gasarten nur etwa die Hälfte der Quantität, welche die lufttrockne Kohle aufnimmt.

Die Erfahrung lehrt, daß eine friſch bereitete Kohle leichter verbrennt, aber nicht ſo wirkſam iſt, als eine Kohle, die einige Wochen gehörig bedeckt an der Luft gelegen hat. Die Urſache dieſes Erfolges iſt unbekannt. Die friſch bereitete Kohle iſt in ihren Poren ohne Zweifel mit kohlenſaurem Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwaſſerſtoffgas erfüllt, weil ſie ſich in

einer Atmoſphäre von dieſen Gasarten befunden hat. Durch längeres Liegen an der Luft werden jene Gasarten mehr oder weniger vollſtändig durch die atmoſphäriſche Luft ausgetrieben, welche ihre Stelle dagegen einnimmt. Darin allein ſcheint indeß der Grund der größeren Wirkſamkeit der Kohle, die der Atmoſphäre einige Zeit ausgeſetzt geweſen iſt, nicht geſucht werden zu können. Herr Haſſenfratz erwähnt eines entſcheidenden Verſuches, welcher im December 1809 in einem Hohofen auf der Eiſenhütte zu Beauchamp, bei einerlei Erze und bei einerlei Beſchickung, aber mit ganz friſch bereiteten und mit ſolchen Kohlen, welche ſchon zwei Jahre lang unter guter Bedachung gelegen hatten, angeſtellt worden iſt. Die friſchen Kohlen trugen weniger Erz und gaben, bei einerlei Erzſatz, kein ſo hitziges Roheiſen, als die abgelegenen Kohlen.

Wie ſich die Kohlen aus den verſchiedenen Holzarten in ihrer Wirkſamkeit gegeneinander verhalten, iſt nicht bekannt. Im Allgemeinen leiſtet zwar die Kohle aus hartem Holze einen größeren Effect, und deshalb iſt diejenige Kohle, welche das größte ſpeciſiſche Gewicht beſitzt, bei gleichem Volum, auch die wirkſamere. Aber bei gleichen abſoluten Gewichten ſcheint die leichtere Kohle einen größeren Effect hervorzubringen, als die ſpeciſiſch ſchwerere. Die Kohlen verhalten ſich alſo eben ſo, wie das harte und das weiche Holz, von welchem die Urſache des verſchiedenen Effectes bei gleichen abſoluten Gewichten ebenfalls nicht bekannt iſt.

Die Anſchaffung des Holzes und die Verkohlung deſſelben ſind zwei ſehr wichtige Gegenſtände der Hüttenöconomie. Die beſte Jahreszeit zum Einſchlagen des Holzes iſt diejenige, in welcher der vorjährige Saft ſchon zu Holz geworden und der neue noch flüſſig iſt und ſich noch nicht verdickt hat. In

moorigen und bruchigen Gegenden müſſen ohne Wahl die Wintermonate zum Einſchlagen genommen werden. Sonſt wählt man bei Laubholz die erſten Frühlingsmonate, März und April, wenn der Saft anfängt, in das Holz zu ſchießen und Laub zu treiben. Bei den Erlen und Birken bewirkt man durch die Wahl dieſer Jahreszeit, daß die junge Pflanze wieder aus der Wurzel ausſchlagen kann; bei den Eichen wählt man ſie, um die im Frühlinge ſich leichter löſende Rinde für die Gerbereien zu gewinnen. Bei'm Nadelholze wählt man die Wintermonate, ehe der Saft in die Bäume tritt, um das Stocken des Holzes zu vermeiden, weil das im Sommer eingeſchlagene Holz ſchwerer austrocknet, obgleich die Kohlen aus dieſem Holze feſter, als die aus dem Winterholze ausfallen. Die in den Herbſtmonaten eingeſchlagenen Hölzer ſind, wegen der verdickten Säfte, dem Stocken ſehr leicht ausgeſetzt, weshalb der Einſchlag dann nicht füglich ſtattfinden kann. Die klimatiſche Beſchaffenheit, die Witterung des Jahres, die Beſchaffenheit des Bodens und des Holzes, vorzüglich die Lage des Forſtes, können den Einſchlag in den Sommermonaten oft rathſamer machen, als in den Wintermonaten; allein es iſt eine allgemeine Regel, daß das Holz um ſo länger austrocknen muß, je ſpäter im Jahre es geſchlagen iſt. Friſch geſchlagenes Holz erfordert, wegen des großen Feuchtigkeitsgehaltes, ſehr große Vorſicht bei'm Verkohlen; allein das zu ſehr ausgetrocknete Holz giebt immer leichtere und weniger Kohlen, als das friſche Holz, wenigſtens dann, wenn in beiden Fällen die Verkohlung gleich ſchnell bewerkſtelligt wird. — Man giebt allen Scheiten oder Kloben eine ganz gleiche Länge. Je länger die Scheite gemacht werden (inſofern ſie nur ein gewiſſes, für die verſchiedenen Verkohlungsarten auch etwas verſchiedenes Maaß nicht

überſchreiten, weil ſie ſich ſonſt nicht gut transportiren und aufſtellen laſſen), deſto vortheilhafter iſt es, theils weil das Holz, bei einerlei cubiſchem Inhalt der Haufen, weniger Zwiſchenräume erhält, theils weil an Löhnen bei'm Einſchlagen erſpart wird. Starke Stämme ſpaltet man 4 mal, ſchwächere nur 2 mal, Jeder Kloben, der wenigſtens 6 Zoll im Durchmeſſer hat, wird gewöhnlich ſchon geſpalten; ſchwächere Kloben bleiben ungeſpalten. Wo die örtlichen Verhältniſſe es geſtatten, da wird das Holz ſogleich im Walde verkohlt. Sehr entlegene Einſchlagpuncte, zerſtreute Klaftern, ſteiles oder felſiges Terrain und bequeme Gelegenheit, das eingeſchlagene Holz durch Waldſtröme oder Floßbäche auf Einen Punct zu concentriren, machen es rathſam, das Holz durch ſogenannte Rutſchen (künſtliche Leitungen) und durch Flößen zuſammenzubringen und auf Einer Stelle zu verkohlen. Wenn ſich aber das Verkohlen im Walde ausführen läßt, ſo iſt es, der geringeren Koſten wegen, vorzuziehen. Wird alles Holz auf Einen Punct zuſammengebracht und verkohlt, ſo kann der Köhler zwar mehr Aufmerkſamkeit auf die Arbeit verwenden; allein das dadurch zu bewirkende Mehrausbringen an Kohlen und die Vermeidung der Zerkleinerung derſelben bei dem weiten Transporte, erſetzen ſchwerlich die bedeutenden Koſten, welche das Zuſammenrücken des Holzes veranlaßt.

Die Verkohlung des Holzes geſchieht entweder in Oefen, nämlich in feſten und unbeweglichen, gemauerten oder eiſernen Wänden, welche das zu verkohlende Holz umſchließen, oder in Haufen und Meilern, bei welchen das Holz eine bewegliche Decke von Erde, oder auch von Kohlenlöſche erhält, die bei der jedesmaligen Verkohlung wieder abgenommen wird. Die Verkohlung erfolgt dann durch den Zutritt der atmoſphäriſchen Luft zu dem zu verkohlenden Holze.

Es könnte daher ſcheinen, daß bei einem ſolchen Verfahren weniger Kohle aus dem Holze erhalten wird, als wenn die Verkohlung in ganz geſchloſſenen Oefen durch Erhitzung der Umfaſſungswände von Außen, oder überhaupt durch äußere und nicht durch die bei'm Verkohlen ſelbſt ſich entwickelnde Hitze bewirkt wird. Es iſt indeß ſchon bemerkt worden, daß die Erfahrung dieſe Vermuthung nicht beſtätigt. Nur bei einer ſehr ſchnellen Verkohlung und wenn die atmoſphäriſche Luft ſtark hinzuſtrömt, würde in den Meilern ein Verluſt an Kohle durch das Verbrennen zu befürchten ſeyn. Vor denjenigen Verkohlungsöfen, in welchen die Verkohlung ebenfalls durch den Zutritt der Luft bewirkt wird, hat die Verkohlung unter beweglichen Decken entſchiedene Vorzüge, weil die hohlen Räume, welche durch das Schwinden des Holzes bei'm Verkohlen entſtehen, durch die bewegliche Decke des Haufens oder des Meilers weniger nachtheilig werden. Ein größeres Kohlenausbringen, als in einem vorſichtig behandelten Meiler, iſt daher bei der Verkohlung in Oefen, ohne äußere Erhitzung, nicht zu erwarten, und der durch den Gewinn an Säure und Theer zu bewirkende Vortheil kann ſelten die größeren Verkohlungskoſten aufwiegen. Bei großen Hüttenanlagen iſt die Verkohlung in Oefen kaum ausführbar und würde bedeutende Anlagekoſten für die Oefen erfordern; ganz unmöglich wird ſie in Gegenden, wo die Verkohlung im Walde ſtattfindet. Außerdem laſſen ſich auch bei der Verkohlung in Haufen und Meilern Vorrichtungen treffen, um einen Theil des Theers und der Säure aufzufangen, obgleich zu deren vortheilhaften Benutzung ſelten eine Gelegenheit vorhanden iſt. Hat man aber die Abſicht, den Holzeſſig, und gelegentlich auch den Theer, fabrikmäßig zu benutzen, ſo muß die Verkohlung freilich in Oefen geſchehen, weil ſich die Dämpfe voll-

kommen verdichten laſſen; allein man kann die Gewinnung dieſer Nebenproducte nicht als einen Vorzug der Verkohlung in Oefen anſehen, wenn es darauf ankommt, die Verkohlung mit den mindeſten Koſten und mit dem geringſten Holzverbrauche zu bewerkſtelligen, oder wenn nicht jene Nebenproducte, ſondern die Gewinnung der Kohle, der eigentliche Zweck der Verkohlung iſt. Bei der Verkohlung in Oefen durch Anwendung von äußerer Hitze, werden die Koſten für die Oefen, die theureren Verkohlungskoſten und der Aufwand an Brennmaterial zur Erhitzung der Oefen zu wenig von Denen berückſichtigt, welche dieſe Verkohlungsart anpreiſen und die Verkohlung in Meilern verwerfen. Alle Verſuche, die man bis jetzt gemacht hat, die Verkohlung im Großen in Oefen einzuführen, ſind daher ohne Erfolg geblieben, vorzüglich weil ſich die Verſicherung des größeren Kohlenausbringens bei der Ofenverkohlung als unrichtig erwieſen hat.

Bei der Verkohlung des Holzes in Oefen hat man vier Fälle zu unterſcheiden. Es wird nämlich das Holz entweder durch den Zutritt der atmoſphäriſchen Luft (eben ſo wie bei der Behandlung in Haufen und Meilern) zum Verkohlen gebracht; oder die Verkohlung wird durch äußere Erhitzung der Ofenwände ohne allen Luftzutritt bewirkt, oder das zu verkohlende Holz wird durch glühende Röhren im Ofen ſelbſt, ebenfalls bei gänzlich abgehaltenem Luftzutritte, erhitzt; oder man wendet die zerſetzte und glühende atmoſphäriſche Luft, welche in den Ofen geleitet wird, zum Verkohlen an. — Bei der Verkohlung des Holzes unter beweglichen Decken unterſcheidet man die Meilerverkohlung und die Haufenverkohlung. Beide Methoden weichen darin von einander ab, daß bei der Haufenverkohlung nur ein Theil des Holzes zur Verkohlung gebracht und die fertige Kohle

nach und nach ausgezogen wird, wogegen bei der Meilerverkohlung nicht früher, als bis alles unter der beweglichen Decke befindliche Holz verkohlt iſt, zum Ausziehen der fertigen Kohle geſchritten wird. Weil das zu verkohlende Holz bei der Haufenverkohlung gewöhnlich eine liegende Stellung erhält, ſo hat man dieſe Verkohlungsart auch die Verkohlung in liegenden Meilern genannt. Das iſt aber eine nicht richtige Benennung, weil die Meilerverkohlung ebenfalls in liegenden und in ſtehenden Meilern, d. h. bei einer horizontalen oder aufrechten Lage der zu verkohlenden Holzſcheite, geſchehen kann.

I. Von der Verkohlung unter beweglichen Decken.

Die beſte Jahreszeit zum Verkohlen des Holzes unter beweglichen Decken iſt der Sommer; theils weil es dann nicht an den unentbehrlichſten Bedürfniſſen des Köhlers, an Raſen, Moos, Laub und Waſſer fehlt, theils weil man der ſtürmiſchen und naſſen Witterung weniger ausgeſetzt iſt, theils weil die längeren Tage eine beſſere Aufſicht auf den Gang der Arbeit möglich machen. Zu früh im Jahre darf die Köhlerei nicht beginnen, weil die Erde von der Winterfeuchtigkeit noch nicht ausgetrocknet, auch das Holz ſelbſt noch zu naß iſt. Schnee und Stürme ſind dem Verkohlungsproceſſe ſehr hinderlich; der erſtere kühlt die Decke zu ſehr ab und verhindert die vollſtändige Verkohlung der äußerſten Holzreihen. Stürmiſche Witterung giebt leicht zum Verbrennen des Holzes unter der Decke Veranlaſſung, weil der Zutritt der Luft nicht gehörig gemäßigt werden kann.

Digitized by Google

1. Die Verkohlung in Meilern.

Bei der Verkohlung in Meilern iſt es vorzüglich nothwendig, daß das zu verkohlende Holz eine beſtimmte Länge erhält. Die Scheite werden entweder horizontal auf= und nebeneinander gelegt, oder ſie werden faſt ſenkrecht, mit einer Neigung gegen den Horizont nebeneinander, in einer oder in mehreren Schichten aufgeſtellt und bilden Haufen, welche in beiden Fällen die Geſtalt eines abgerundeten Kegels erhalten. Das erſte Verfahren iſt das Verkohlen in liegenden, das letzte das Verkohlen in ſtehenden Meilern. Beide Verfahrungsarten ſind in Hinſicht der Behandlung des Meilers während der Arbeit vollkommen übereinſtimmend, und ſie weichen nur in der Art des Aufſtellens der Holzſcheite von einander ab.

In ſolchen Gegenden, wo das Holz durch Rutſchen und Flößen auf einen Punct zuſammengebracht wird, wählt man einen ganz horizontalen, trocken liegenden und gegen Stürme und Ueberſchwemmungen geſicherten Platz zum Verkohlen aus. Weil man in dieſem Falle dieſelben Meilerſtätten immer wieder benutzt, ſo kann man auf deren Zubereitung die größte Sorgfalt verwenden. Man kann ſolche Stätten (Grundflächen, über denen der Meiler errichtet wird) aus einer guten Ziegelmauer beſtehen laſſen, welcher man von allen Seiten des Umfanges eine geringe Neigung gegen den Mittelpunct giebt, wodurch man ohne alle Unkoſten Gelegenheit erhält, einen Theil der ſich bildenden Holzſäure und des Theers aufzufangen, indem ſich dieſe Flüſſigkeiten in dem etwas tiefer liegenden Mittelpuncte der Stätte anſammeln und von dort, durch einen unter der Meilerſtätte angebrachten ausgemauerten, engen Canal, in einen Behälter fließen, aus welchem ſie von Zeit zu Zeit ausgeſchöpft

Digitized by Google

werden können, wobei indeß aller Luftzutritt von unten verhütet, folglich der Behälter luftdicht zugedeckt ſeyn muß. Die Zeichnung Fig. 7 zeigt eine ſolche Einrichtung der Meilerſtätte im ſenkrechten Durchſchnitte, wo a die gemauerte Meilerſtätte, b den Canal zum Abfließen der Holzſäure und des Theeres in den Behälter c bedeuten. Es iſt, wegen des erſten Anzündens des Meilers, ſehr rathſam, die Oeffnung, welche den unterirdiſchen Canal b mit der Meilerſtätte o verbindet, mit einer eiſernen Platte d zu bedecken, welche dieſe Oeffnung zwar zudeckt, aber nicht verſchließt, ſondern das Abfließen der verdichteten Dämpfe in den Canal zuläßt. Das Reſervoir muß dagegen vermittelſt einer eiſernen Platte g, welche noch mit Erde überſchüttet wird, ganz dicht verſchloſſen ſeyn. Nach beendigter Verkohlung wird die Platte g aufgehoben, das Reſervoir c ausgeſchöpft und dann wieder verſchloſſen.

Wenn die Verkohlung im Walde geſchieht, ſo iſt ſelten Gelegenheit vorhanden, die ſchon einmal gebrauchte Meilerſtätte öfter zu benutzen, wenn das Holz nicht etwa ſehr dicht ſteht, oder aus anderen Gründen abſichtlich zuſammengerückt wird, oder wenn das gebirgige und felſige Terrain die Auswahl der Meilerſtätte ſo ſchwierig macht, daß man ſich genöthigt ſieht, eine oft mit vielen Koſten zubereitete Meilerſtätte wieder zu benutzen, ohne die großen Koſten bei'm Zuſammenrücken des Holzes zur Verkohlungsſtätte berückſichtigen zu können. So iſt man in manchen Fällen genöthigt, Felſenſtücke zu ſprengen, oder Pfahlwerke aufzurichten und dieſe mit Holzwerk zu belegen, welches einen Fuß hoch mit Erde bedeckt wird, um ſich eine Meilerſtätte zu verſchaffen. — Die möglichſt größte Nähe des zu verkohlenden Holzes iſt bei der Waldköhlerei immer die erſte Rückſicht, welche man bei der Auswahl der Kohlenſtätte zu neh-

men hat. Kann es irgend ſeyn, ſo muß ſich Waſſer in der Nähe befinden, oder durch Ausgraben nicht zu tiefer Löcher bald zu erhalten ſeyn. Die Stätte darf, wenn es irgend zuläſſig iſt, nicht hoch und nicht frei, oder den Stürmen zu ſehr ausgeſetzt liegen, auch gegen alle Ueberſchwemmungen durch eine nicht zu tiefe Lage geſichert ſeyn. Hat man einen ſolchen Punct gefunden, ſo wird die Stätte zubereitet, indem der Punct von dem natürlichen Raſen entblößt und ganz horizontal geebnet wird. Man pflegt der kreisrunden Fläche, welche die Meilerſtätte bildet, von allen Seiten wohl ein geringes gleichförmiges Aufſteigen bis zum Mittelpuncte zu geben, wenn man ſtehende Meiler errichtet, weil ſich der Meiler dann beſſer aufbauen läßt. Ein ſehr ſandiger und lockerer Boden iſt nicht zu empfehlen, weil er den Luftzug von unten ſehr befördert und das regelmäßige Zutreten der Luft erſchwert. Aber ein ſehr feuchter, oder ſogar ein naſſer Grund, iſt noch ungleich nachtheiliger. Geſtattet das bruchige Terrain keine Auswahl, ſo muß man einen künſtlichen Roſt vorrichten, den man als Meilerſtätte benutzt, indem man Reiſig oder dünne Aeſte auf der Stätte ausbreitet und mit Erde bedeckt. Ein ſehr ſumpfiger Boden erfordert ſogar eine völlige Ausbohlung durch nebeneinander gelegte dicke Stämme, die demnächſt mit Erde oder Löſche zu bedecken nicht nöthig iſt. Das Bedecken der Kohlenſtätte mit flachen Schindeln, die immer wieder gebraucht werden können, iſt vorzüglich zu empfehlen, indem der ungünſtige Erfolg der Köhlerei in vielen Fällen bloß von der nicht mit gehöriger Aufmerkſamkeit zubereiteten Kohlenſtätte herrührt. Gebrauchte Meilerſtätten, die einen ganzen Winter hindurch unter einer Schneedecke gelegen und daher viel Feuchtigkeit angezogen haben, ſind beſonders zu vermeiden, oder vor dem Gebrauche durch abzubren-

Digitized by Google

nendes Moos, Laub u. ſ. f. zu trocknen. Wo man einen künſtlichen hölzernen und mit Löſche bedeckten Roſt zur Meilerſtätte anwendet, iſt jene Vorſicht weniger nothwendig, weil ſich die Feuchtigkeiten dann leicht einen Durchgang ſuchen.

Nach erfolgter Zubereitung der Meilerſtätte wird zum Aufſtellen des Holzes oder zum Richten des Meilers geſchritten. Man errichtet zu dem Ende im Mittelpuncte der Stätte, welche der Quandel genannt wird, eine ſtarke Stange (Quandelpfahl) und ſtellt die Holzſcheite um dieſen Pfahl in concentriſchen Reihen auf, ſo daß der Quandel immer der Mittelpunct der durch die Holzſcheite zu beſchreibenden concentriſchen Kreiſe bleibt. Wie groß der Halbmeſſer des großen Kreiſes ſeyn ſoll, oder wie viel kreisförmige Reihen von Scheiten man hinter einander folgen läßt, hängt von der Größe ab, die man dem Meiler geben will, ſo wie auch von der Länge der Scheite und von der Anzahl von Schichten, welche übereinander geſtellt werden. Es giebt Meiler von 6 — 60 Fuß im Durchmeſſer. An einigen Orten zieht man die kleinern Meiler den größern vor; an andern Orten will man aus den größern Meilern ein beſſeres Kohlenausbringen als aus den kleinern erhalten haben. Weil die kleinen Meiler keine bedeutend geringere Sorgfalt und Pflege erfordern, als die größern, und weil ſich die Verkohlung in den größern Meilern, wegen der ſich entwickelnden größern Hitze — die dem Meiler außerdem, bei der verhältnißmäßig geringeren Oberfläche, weniger entzogen wird — durch ein ungleich geringeres Zuſtrömen von atmoſphäriſcher Luft bewirken läßt: ſo verdienen die größeren Meiler unleugbar vor den kleineren den Vorzug. Nur die ganz kleinen Meiler läßt man aus einer einzelnen Holzſchicht beſtehen; bei größern Meilern ſtellt man zwei Schichtenreihen von Holzſcheiten

Digitized by Google

übereinander, und bei ſehr großen Meilern wendet man drei Schichten an, welche übereinander geſtellt werden, damit die durch die letzte Schicht gebildete obere Fläche des Meilers keine zu flache Ebene bildet. Dieſe obere Fläche muß immer durch Auftragen von mehr oder weniger horizontal liegenden Holzſcheiten abgerundet werden. Man nennt den dadurch entſtehenden Auſſatz über den eigentlichen concentriſchen Holzſchichten die Haube des Meilers. Je ſteiler der Meiler geſetzt werden kann, deſto beſſer geht die Verkohlung von Statten, weil die äußerſten Holzſcheite, welche der Decke des Meilers zur Unterlage dienen, von dieſer weniger abgekühlt werden, als bei einer flachen Stellung der Scheite.

Bei dem Richten des Meilers muß gleich auf das künftige Anzünden deſſelben Rückſicht genommen werden. Das Anzünden geſchieht aber immer unten bei'm Quandel, weshalb man dort ſehr harziges und trocknes, fein geſpaltenes und überhaupt leicht feuerfangendes Holz hinbringen muß. Die Art des Anzündens iſt jedoch verſchieden, indem es entweder von unten oder von oben ſtattfindet. Das Anzünden von oben geſchieht durch einen kleinen Schacht, den man gewöhnlich aus drei im gleichſeitigen Dreieck aufgeſtellten Stäben (Quandelſtäben) bildet, welche dann den Quandelpfahl entbehrlich machen, indem ſie deſſen Stelle vertreten. Die 3 Quandelſtäbe werden entweder durch Spreitzen auseinander gehalten, damit der kleine Schacht nicht durch die Holzſcheite zuſammengedrückt werde; oder man bringt einen Holzblock in den Schacht, den man nachher herauszieht. Bei dem Anſtecken von unten hat der Quandelpfahl die Beſtimmung, als die Achſe des aufzuſtellenden Meilers zu dienen, um welche die Holzſcheite concentriſch aufgerichtet werden; er bleibt nach dem erfolgten Richten des Meilers ſtehen, und man ſpart auf der einen

Seite an der Grundfläche des Meilers einen Canal aus, welcher von der Peripherie zum Quandel führt, und welcher die Zündgaſſe genannt wird. Es iſt ziemlich gleichgültig, ob man den Meiler von unten oder von oben anzündet, indem ſich das Feuer in beiden Fällen unten vom Quandel aus verbreiten muß. — Eine andere Art des Anzündens hat Hr. Brune, wie er behauptet, mit einem vorzüglich günſtigen Erfolge angewendet und beſchrieben. Dieſes Verfahren beſteht darin, daß man die Meilerſtätte aus ſtarkem Eiſenblech oder auch aus gegoſſenen eiſernen Platten beſtehen läßt, welche durch eine einfache Vorrichtung von unten bis zum Glühen erhitzt werden und das Anzünden des Holzes bewirken. Wendet man Eiſenblech und nicht gegoſſene eiſerne Platten an, ſo muß man das Blech durch ſtarke eiſerne Stäbe unterſtützen, damit es nicht gebogen werde. Die eiſerne Scheibe, welche als die Sohle des Meilers anzuſehen iſt, liegt auf einer ringförmigen Mauer, welche einen Schacht von etwa 12 Zoll Tiefe unter dem Meiler bildet. Nachdem der Meiler bis zum Anzünden fertig iſt, bringt man durch eine Oeffnung, welche ſich an der einen Seite in der Mauer befindet, Holzabfälle, dürre Reiſer, oder irgend ein anderes Brennmaterial in den Schacht, zündet es an und fährt mit dem Verbrennen ſo lange fort, bis die eiſerne Platte glühend geworden iſt und das Holz im Meiler in Brand geſteckt hat. Der Luftzug wird durch drei Canäle befördert, welche durch die ringförmige Mauer geführt ſind und an den Seiten des Meilers ausmünden. Man öffnet dieſe Mündungen mehr oder weniger, je nachdem man den Luftzug befördern oder ſchwächen will. Hat das Holz im Meiler Feuer gefangen, ſo verſchließt man alle Canäle und öffnet ſie erſt wieder bei der nächſt folgenden Verkohlung. — Verſuche, die man in der Mark Brandenburg (zu

Digitized by Google

Kutzdorf) angeſtellt hat, haben ergeben, daß es gar nicht nöthig ſey, der eiſernen Grundfläche eben die Größe mitzutheilen, wie der Stätte des Meilers, ſondern daß man das Holz noch über die Platte hinaus auf den feſten Boden ſtellen konnte, ohne daß das Anzünden des Meilers dadurch erſchwert worden wäre. Man hat indeß bei dieſem Verfahren kein anderes Reſultat erhalten, als dasjenige, welches auch bei dem dort üblichen Anzünden des Meilers von oben erlangt wird. Dennoch möchte dieſe Methode dort Anwendung verdienen, wo das zu verkohlende Holz auf einen Punct zuſammengebracht wird, ſo daß man dieſelbe Meilerſtätte immer wieder benutzen kann, welches bei der Waldköhlerei ſelten der Fall iſt.

Je dichter das Holz im Meiler geſetzt wird und je weniger Zwiſchenräume übrig bleiben, deſto vollkommener wird die Verkohlung erfolgen. Dieſer, theoretiſch leicht zu erklärende und durch die Erfahrung allgemein beſtätigte, Umſtand hat zu dem Vorſchlage Veranlaſſung gegeben, die zwiſchen den Holzſcheiten unvermeidlich bleibenden Zwiſchenräume mit Kohlenſtaub auszufüllen. Hr. M. Bull in Nordamerica will dadurch das Kohlenausbringen ſehr vermehrt und ungleich feſtere Kohlen erhalten haben. Verſuche, die im Sächſiſchen Erzgebirge angeſtellt worden ſind, ſcheinen die Angaben des Hrn. Bull zu beſtätigen. An anderen Orten hat man kaum ſo günſtige Reſultate, als bei den nicht mit Kohlenlöſche ausgefütterten Meilern erhalten. In jedem Falle wird die Löſche weder zur Beſchleunigung, noch zur vollkommeneren Verkohlung des Holzes etwas beitragen können, weil ſich das Holz ungleich leichter entzündet, als die zerkleinerte Kohle. Die Ausfüllung der Zwiſchenräume mit Kohlenklein kann daher nur von mittelbarer Wirkung ſeyn und ein zu ſtarkes Zuſtrömen der atmoſphäriſchen Luft weniger nachtheilig

Digitized by Google

machen, weil ſie den Zug der Luft erſchwert und daher einen aus der nicht ſorgſamen Behandlung des Meilers entſpringenden Nachtheil vermindert, aber keinesweges unmittelbar vortheilhaft einwirkt.

Bei einem dreiſchichtigen Meiler werden die ſtärkſten Kloben in die mittlere Schicht gebracht. Die Brände (unvollkommen verkohltes Holz), welche von der vorigen Verkohlung etwa übrig geblieben ſind, werden zunächſt um den Quandel gelegt, um anfänglich ein lebhaftes und ſchnell um ſich greifendes Feuer zu bewirken und den Meiler auszuwärmen. Die dicken Enden der Scheite müſſen bei der unteren Schicht nach unten gerichtet ſeyn, weil in dieſer Gegend des Meilers die größte Hitze ſtattfindet, auch der Luftzug von unten nach oben dadurch mehr geſchwächt wird. Bei einem zweiſchichtigen Meiler nennt man den Wechſel der unteren und der oberen Holzſchicht den Saum, oder auch die Bruſt. Die Kernſeite der geſpaltenen Kloben richtet man immer nach dem Quandel, um dadurch das möglichſt dichte Setzen des Holzes, welches in dieſer Stellung auch leichter vom Feuer ergriffen wird, zu bewirken. Deshalb müſſen auch alle Scheite oder Kloben von gleicher Länge ſeyn, und die durch die unförmliche, gewundene und äſtige Geſtalt derſelben entſtehenden Hohlungen müſſen auf's Sorgfältigſte mit Äſtholz ausgefüllt werden. Je ſenkrechter man die Scheite aufſtellen kann, deſto weniger hohle Räume werden entſtehen. Bei ſtehenden Meilern ſind ſie ohnedies weniger als bei liegenden Meilern zu vermeiden, weil das ſenkrechte Aufſtellen der Scheite unmöglich, auch wegen der künftigen Bedeckung des Meilers unthunlich iſt. Auch bei der Anfertigung der Haube muß auf ein möglichſt dichtes Aneinanderlegen der Kloben Rückſicht genommen werden, und die Enden der

Digitized by Google

Scheite müſſen, ſo viel als möglich, nach der Quandelſtange gerichtet ſeyn.

Man kann vorausſetzen, daß die ſteilſten ſtehenden Meiler auch zugleich am dichteſten geſetzt ſind. Die künftige Decke des Meilers erfordert aber eine Neigung der Scheite gegen den Horizont, damit die Decke nicht auf der Oberfläche der Scheite herabrolle. Die Neigung der Scheite wird aus dieſem Grunde um ſo größer ſeyn müſſen, je mehr die Decke zum Hinabrollen auf einer ſchiefen Ebene geneigt iſt. Deshalb iſt ein ſehr ſandiger Boden, deſſen man ſich aber häufig zu bedienen genöthigt iſt, eine ſehr ſchlechte Decke, weil man dabei nur flach geſetzte Meiler anwenden darf. Die ſteilſten, folglich die dichteſten Meiler laſſen ſich bei'm Gebrauche der Kohlenlöſche anwenden, weil dieſe am wenigſten auf der ſchiefen Ebene hinabrollt. Leider kann man davon aber bei ſehr zerſtreuten Meilerſtätten im Walde, die, in der Regel, nur einmal gebraucht werden, nur ſelten Gebrauch machen. Wo aber das Holz auf Verkohlungsſtätten zuſammengebracht wird, ſollte niemals eine andere Decke als Kohlenlöſche in Anwendung kommen.

Wenn aber auch das Material zur Decke das Aufrichten von möglichſt ſteilen Meilern geſtattet, ſo müſſen die Scheite in den ſtehenden Meilern noch immer eine bedeutende Neigung gegen den Horizont erhalten, alſo viele Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen. Bei den liegenden Meilern kann man dieſe Zwiſchenräume in einem weit höheren Grade vermeiden. Es giebt in der Hauptſache zwei Methoden, die liegenden Meiler aufzurichten. Nach der einen Methode werden die Holzſcheite in horizontaler Richtung und gleichſam ſtrahlenartig, jedoch ſo, daß alle Zwiſchenräume mit dünneren und zum Theil kürzeren Scheiten ausgefüllt werden, rund um den Quandelpfahl

in mehreren Reihen übereinander gelegt, ſo daß die nächſt obere Reihe immer einen geringeren Durchmeſſer als die nächſt untere erhält, wodurch der fertig geſetzte Meiler das Anſehen einer Halbkugel bekommt. Dieſe Methode macht es nothwendig, Scheite von ſehr verſchiedener Länge anzuwenden, weshalb ſie nur in ſehr ſeltenen Fällen ausführbar iſt, indem man bei'm Einſchlagen des Holzes, aus vielen Gründen, den Scheiten eine gleiche Länge zutheilt. — Die andere Methode, welche zugleich mit der vortheilhafteſten Conſtruction der Meiler verbunden iſt, beſteht darin, daß in der Mitte des zu errichtenden Meilers ein aus einem ſteiler ſtehenden Meiler beſtehender Kern aufgerichtet wird, um welchen Kern die horizontalen Holzſchichten dergeſtalt gelegt werden, daß die Enden der Kloben nach der Quandelſtange gerichtet ſind. Bei dieſer Aufſtellung der Meiler laſſen ſich die hohlen Räume am mehrſten vermeiden und die treppenartigen Abſätze, welche, durch das Hervorſpringen der untern horizontalen Schichten vor den zunächſt oberen, rings um die Außenfläche des Meilers gebildet werden (um dadurch eine Doſſirung hervorzubringen, welche mit der Geſtalt des Kernes correſpondirt, ſobald die Scheite eine gleiche Länge haben), bieten der Decke, auch bei der größten Steilheit, einen Ruhepunct dar und verhindern das Hinabrollen. Bei ſehr langen Scheiten bedarf es nur einer einzigen horizontalen Reihe rings um den Kern; bei kürzeren Scheiten laſſen ſich zwei und mehr Reihen hintereinander legen, wenn man größere Meiler erhalten will. In der Zeichnung Fig. 6 iſt ein liegender Meiler mit einem ſtehenden Kerne vorgeſtellt. Die Scheite haben eine Länge von 4 Fuß, und nur oben auf der Haube wird — wie auch bei den ſtehenden Meilern — eine Ausfüllung mit Scheiten, Knüppeln, Holzenden u. ſ. f. vorgenommen, um die

Digitized by Google

Haube abzurunden. Bei dieſer Art, die Meiler aufzurichten, iſt es beſonders nothwendig, die Meilerſtätte mit Holzabgängen zu bedecken, oder einen ſogenannten Roſt anzuwenden, damit die unterſten Reihen von Holzſcheiten ſich vollſtändig verkohlen. In der Zeichnung ſind zwei concentriſche Reihen angenommen; man kann aber drei, vier u. ſ. f. anwenden und den Kern verhältnißmäßig erhöhen, wenn man größeren Meilern den Vorzug giebt.

Die Decke dient bei der Meiler- und bei der Haufenverkohlung, ſo wie die Umfaſſungswände bei den Verkohlungsöfen, zur Verhinderung des ſtarken Luftzuges, wobei das Holz verbrennen und nicht verkohlt werden würde. Bei den Köhlereien im Walde iſt man genöthigt, ſich der Decke zu bedienen, welche gerade zu erhalten iſt, nämlich der Erde und häufig des Sandes. Weil die lockere Erde aber nicht auf der Oberfläche des Meilers liegen bleiben, ſondern durch die Zwiſchenräume hindurchfallen würde, ſo muß der Meiler, ehe man ihn mit Erde bewirft, noch mit einer Decke von Raſen, Reiſig, Tannennadeln oder Laub und Waldſtreu verſehen werden. Je weniger Zwiſchenräume alle dieſe Subſtanzen haben, deſto beſſer erfüllen ſie ihren Zweck. Grüner Raſen, mit der Grasſeite auf das Holz gelegt, gewährt eine ſehr gute Decke. Weniger gut iſt das Moos und am wenigſten ſind die Nadeln von Pinus-Arten als Decke zu gebrauchen. Vor einem ſchlechten, wenig zuſammenhängenden und dünn bewachſenen Raſen hat eine dichte Laubdecke, wenn ſie zu erhalten iſt, große Vorzüge. Mit dieſer erſten Decke wird der Meiler verſehen, ſobald er geſchlichtet iſt, d. h., ſobald die Zwiſchenräume zwiſchen den Scheiten mit dünnem Holze möglichſt ausgeglichen ſind, ſo daß die Oberfläche des Meilers glatt erſcheint. Bei dieſer Bedeckung erhält der Meiler zugleich an der Grund-

Digitized by Google

fläche (am Fuße) die ſogenannte Rüſtung, nämlich eine 6 Zoll von der Grundfläche entfernte, rings um den Meiler laufende, horizontale Umfaſſung mit dünnen Aeſten, welche in hölzernen Gabeln liegen. Statt derſelben legt man auch wohl nur 3 bis 4 Fuß lange Hölzer dergeſtalt rund um den Fuß des Meilers, daß zwiſchen jedem Rüſtholze ein Zwiſchenraum bleibt; oder man legt die Rüſthölzer auf Steinen, die um die Grundfläche des Meilers in Entfernungen, welche der Länge der Rüſthölzer angemeſſen ſind, umher gelegt werden. Die Rüſtung dient theils dazu, der Decke eine Unterſtützung zu gewähren, theils aber auch, um den Dämpfen bei'm erſten Anzünden Gelegenheit zu geben, durch die Zwiſchenräume am Fuße des Meilers einen Ausgang zu finden. Bei großen und ſteilen Meilern iſt es nothwendig, in der mittlern Höhe des Meilers noch eine zweite Rüſtung anzubringen, welche auf Rüſtgabeln ruht, deren Länge der Höhe entſpricht, in welcher die Rüſtung gemacht werden ſoll. Bequeme Köhler ſcheuen die Mühe, welche die Anfertigung dieſer Rüſtung erfordert; allein ſie entgehen dann auch dem Vortheile, ſteiler geſetzte Meiler anwenden zu können. Sobald die untere Rüſtung gemacht iſt, fängt man mit dem Bedecken des Meilers von unten herauf an und macht die Decke, bei einem guten Material 3 Zoll, bei einem ſchlechten aber 4 bis 5 Zoll ſtark. Beſonders muß die Haube ſehr ſorgfältig bedeckt und mit einer guten dichten Decke verſehen werden, um das Durchbrennen des Feuers, welches gegen die Haube am ſtärkſten wirkt, zu verhüten. Nach dieſer erſten Decke erhält der Meiler die zweite, oder die eigentliche Erddecke. Eine zu fette und zu feſte Erde darf zur Decke nicht angewendet werden, weil ſie bei'm Erhitzen leicht Riſſe erhält, auch bei'm Schwinden des Holzes nicht ſchnell genug nachſinkt, ſondern Hohlun-

Digitized by Google

gen veranlaßt. Reiner Sand iſt unbrauchbar, weil er von der erſten Decke leicht herabrollt. Man muß daher zuweilen eine künſtliche Maſſe zur Decke aus Thon und Sand zuſammenſetzen, oder ſich, welches jedoch immer höchſt nachtheilig iſt, bei ſehr lockerem und ſandigem Boden damit helfen, daß man die Meiler ſehr flach ſetzt, damit die Decke liegen bleibe. Die angefeuchtete und durch öfteres Beſprengen mit Waſſer feucht erhaltene Kohlenlöſche iſt, wie ſchon erwähnt, die allervorzüglichſte Decke, bei welcher ſich die ſteilſten Meiler anwenden laſſen, vorzüglich wenn man dieſer Decke durch eine zweite Rüſtung in der mittleren Höhe des Meilers noch eine Unterſtützung verſchafft. In der Regel erhält der Meiler überall eine gleich ſtarke Decke, um das Feuer nicht nach der ſchwächer beworfenen Stelle hinzuziehen; nur die Haube wird oft ſtärker beworfen, weil ſie der Wirkung des Feuers am mehrſten ausgeſetzt iſt. Hat man einen beſondern Grund, die Gluth von irgend einer Stelle des Meilers vorzüglich abzuhalten, ſo muß ſie eine ſtärkere Decke bekommen. Iſt bei'm Aufrichten des Meilers das Verſehen begangen worden, auf einer Seite beſonders viel ſchwaches Holz zu nehmen, ſo läßt ſich der Fehler dadurch etwas verbeſſern, daß man dem ſchwächern Holze eine ſtärkere Decke giebt. Iſt man genöthigt, naſſes und verſtocktes Holz zu verkohlen, ſo muß der Meiler zuerſt nicht ſo ſtark bedeckt werden, als wenn er nur geſundes und trocknes Holz enthält, weil er ſchwerer in Brand kommt und mehr Feuchtigkeit ausſchwitzt. Die dem Winde zugekehrte Seite des Meilers muß ganz beſonders ſtärker beworfen werden, weil das Feuer dort ſtärker angefacht wird. — Bei dem Bedecken der Meiler mit der zweiten Decke, vor dem Anzünden, befolgt man nicht einerlei Verfahren, ſondern man bedeckt ſie, wie es Gewohnheit und Glaube

mit ſich bringen, hier ganz, dort erſt oben, an einem andern Orte erſt unten, und giebt die ganze Decke erſt dann, wenn kein dichter, gelblichſchwarzer, naſſer Rauch mehr aufſteigt. Wo man den Meiler vor dem Anzünden ganz bedeckt, hat man vorzüglich darauf zu ſehen, daß die Dämpfe unter der Fußrüſtung freien Abzug haben. Iſt dies der Fall, ſo hat das völlige Bedecken der Meiler gewiß Vorzüge vor dem Verfahren, ihn erſt nach dem Aufhören der ſich-entwickelnden feuchten Dämpfe gänzlich zu bewerfen. Man bezweckt und erreicht zwar durch das anfänglich theilweiſe Bewerfen einen freieren Abzug der Feuchtigkeit und ſucht dadurch das Schlagen, Stoßen oder Werfen der Meiler zu verhüten; allein durch den freieren Zutritt der Luft wird zugleich zu viel Holz verbrannt, und ein Köhler, der die Mühe nicht ſcheut, gute Rüſtungen zu machen, kann die Dämpfe durch die Oeffnungen am Fuße des Meilers ableiten, ohne denſelben der zuſtrömenden Luft preiszugeben.

Die Zeichnungen Fig. 4 und 5 ſtellen zwei ſtehende zweiſchichtige Meiler dar, von denen der eine (Fig. 5) ſteiler, der andere (Fig. 4) flacher geſetzt iſt, weil jener eine Decke von feuchter Kohlenlöſche, die durch eine Rüſtung in der mittleren Höhe des Meilers unterſtützt iſt, erhalten hat; dieſer aber, nach Art der gewöhnlichen Meiler in den Waldköhlereien, eine ſchlechte und leicht hinabrollende Erddecke bekommen mußte. Der zum Anzünden beſtimmte Quandelpfahl iſt bei beiden Meilern in gewöhnlicher Art aus den Quandelpfählen conſtruirt, die bei jenem Meiler durch Spreitzen, bei dieſen durch einen Holzblock auseinander gehalten werden. Der Holzblock wird bei'm Anzünden herausgezogen und erhält ſich ſchwebend in dem Quandelſchacht, indem er von allen Seiten den Druck der Holzſcheite zu erleiden hat. Dem einen Meiler iſt eine Unterlage von Holz (ein Roſt) gegeben wor-

den, dem andern nicht. Bei dem einen fehlen die Fußräume, weil ſich dieſelben in der Kohlenlöſche, dem Bedürfniſſe gemäß, ſogleich ausſtoßen laſſen; bei dem andern, welcher die Raſendecke und über derſelben die Erddecke bekommen hat, ſind die Fußräume angedeutet worden, welche durch die Rüſtung am Fuße des Meilers gebildet werden.

Bei'm Anzünden des Meilers muß das Feuer ſchnell um ſich greifen, weshalb nicht allein das trokkenſte Holz um die Quandelſtangen geſetzt wird, ſondern auch die Zwiſchenräume, welche durch die etwas geneigte Stellung der Holzſcheite gegen die Quandelſtangen entſtehen, mit Bränden, oder mit harzigem und fein geſpaltenem Holze ausgefüllt werden. Durch die erſte ſchnelle Erhitzung des ganzen Meilers wird vorzüglich eine Entfernung der wäſſerigen Theile des Holzes bezweckt, weshalb die ſich zuerſt entwickelnden Dämpfe ſchwer und wäſſerig ſind und ſich an einer gelblichgrauen Farbe und an dem trägen Fortwälzen leicht erkennen laſſen. Die Oberfläche der Meilerdecke überzieht ſich dabei auch mit Feuchtigkeit, weshalb man dieſe Periode des Verkohlens das Schwitzen, das Bähen oder das Abbähen des Meilers nennt. Wenn dieſe Dämpfe unter der Decke des Meilers zu ſehr zurückgehalten werden, ſo bewirken ſie Exploſionen, wobei nicht bloß die Decke abgeworfen, ſondern oft auch ein größerer oder kleinerer Theil des Meilers ſelbſt auseinander geriſſen wird. Von dem ſchnellen und vorſichtigen Abbähen des Meilers hängt der gute Erfolg des Verkohlungsproceſſes ab, und man iſt der Gefahr des Werfens oder des Stoßens des Meilers um ſo länger ausgeſetzt, je mehr man anfänglich verſäumt hat, den Meiler in ſtarke Hitze zu bringen. Aber durch dieſes erſte ſtarke Erhitzen wird ein Theil des Holzes um den Quandel zuweilen wirklich verbrannt. Dadurch ſowohl, als durch das Schwinden

des geſammten im Meiler befindlichen und erhitzten Holzes, entſteht ein hohler Raum, der das Zuſammenſinken des ganzen Meilers bewirken kann, wodurch die Decke Riſſe erhält, ſo daß die äußere Luft unregelmäßig und in zu großer Menge hinzutritt. Dieſe hohlen Räume entſtehen auch bei'm ſchwachen Abbähen, zwar nicht ſo ſchnell, aber dagegen in einer deſto längeren Zeitfolge, wodurch die Behandlung des Meilers noch ſchwieriger wird. Die entſtandenen hohlen Räume müſſen, wenn ſie von beträchtlicher Größe ſind, ſehr ſorgfältig ausgefüllt werden. Zu dem Ende wird die Decke von der Haube abgenommen, das Holz mit einer langen Stange (Füllſtange) ſo tief, als möglich, zuſammengeſtoßen und der dadurch entſtandene hohle Raum entweder mit Bränden oder mit Kohlenholz (im Nothfalle mit Kohlenlöſche) ausgefüllt, worauf die Decke wieder mit Sorgfalt aufgetragen wird. Je ſteiler der Meiler geſetzt iſt, deſto weniger iſt das Füllen, nämlich das Ausfüllen der entſtandenen hohlen Räume, nothwendig, indem es dann häufig ſchon genügt, die Decke, welche ſich von der Oberfläche des Meilers losgezogen hat, wieder feſt anzutreiben. Flach geſetzte Meiler erfordern zuweilen ein zwei- und dreimaliges Füllen. Die Decke, welche ſich bei'm Schwinden des Holzes immer von der Oberfläche des Meilers abzuziehen, Höhlungen zu bilden und Riſſe zu erhalten geneigt iſt, muß von Zeit zu Zeit und mit großer Sorgfalt wieder feſt zuſammengeſchlagen, und die entſtandenen Riſſe und Oeffnungen müſſen gehörig verſchloſſen werden. Iſt der Meiler ausgewärmt und die Decke wieder feſt angetrieben, ſo ſind keine Explosionen weiter zu befürchten, weshalb die Oeffnungen am Fuße des Meilers dann auch mit der Decke verſehen werden können. In dieſem Zuſtande bleibt der Meiler 3 — 4 Tage ruhig ſtehen, und man ſucht nur die möglichſt gleich-

Digitized by Google

förmige Verbreitung der Hitze im Meiler zu beför- der. Wenn der Meiler auf allen Seiten ganz gleich- förmig ſchwindet und zuſammenſinkt, ſo läßt ſich daran die gleichförmige Verbreitung der Hitze im In- nern des Meilers erkennen. Findet das Schwinden ungleichförmig ſtatt, ſo daß die äußere Geſtalt des Meilers unregelmäßig erſcheint, ſo muß die Decke auf derjenigen Seite, welche am ſtärkſten zuſammenſinkt, dicker aufgetragen werden. Sollte das ſtärkere Be- werfen ſolcher leidenden Stellen nicht von Erfolg ſeyn, ſo müſſen an der entgegengeſetzten Seite des Meilers Zuglöcher durch die Decke geſtoßen werden. Man nennt den Zuſtand des Meilers, in welchem er, ſich ſelbſt überlaſſen, bei dem faſt gänzlichen Ausſchluſſe der Luft, durch die innere Gluth die Verkohlung des Holzes bewirken ſoll, das Treiben. Damit aber die ſich entwickelnden ſauren und öligen Dämpfe nicht das Erſticken des Feuers veranlaſſen, wird es noth- wendig, für die Ableitung derſelben und zugleich für einen ſehr ſchwachen Luftzutritt zu ſorgen. Man be- wirkt beides dadurch, daß man Zuglöcher oder Regi- ſteröffnungen (Raumlöcher) durch die Decke des Mei- lers ſtößt. Dabei muß indeß mit ſehr großer Sorg- falt verfahren werden, theils um nicht zu viel Luft in den Meiler zu bringen, theils um das Feuer nach der einen Seite des Meilers nicht ſtärker, als nach der andern, hinzuziehen. Je weniger man den Zug befördert, je langſamer alſo die nun folgende Opera- tion (das Zubrennen des Meilers) erfolgt, deſto günſtiger wird der Erfolg der Verkohlung ſeyn. Durch die Beſchleunigung der Arbeit, nämlich durch einen zu ſehr verſtärkten Zug, erhält man weniger und ſchlechtere Kohlen. Die Oeffnungen zum Abziehen der Dämpfe und zur Zuleitung der Luft müſſen am Fuße des Meilers gemacht werden. Die Menge die- ſer Oeffnungen (Fußräume) richtet ſich nach dem

Zuſtande des Meilers. Befindet er ſich in ſtarker Gluth, ſo ſind nur wenig Oeffnungen erforderlich; im entgegengeſetzten Falle werden deren mehrere, in Entfernungen von 4 bis 6 Fuß voneinander, angebracht. Mit der Menge und Größe dieſer Fußräume vorſichtig zu ſeyn, kann nicht genug empfohlen werden, weil durch einen ſtarken Zug das Verbrennen des Holzes und der ſchon gebildeten Kohle herbeigeführt wird. Das ganze Verkohlungsgeſchäft ſollte eigentlich durch die Oeffnungen am Fuße des Meilers beendigt werden, weil es nur darauf ankommt, den Dämpfen Abzug zu verſchaffen und das Feuer nach unten zu ziehen. Allein die Meilerdecke condenſirt einen Theil der ſich entwickelnden Dämpfe, ſo daß diejenigen Holzſcheite, welche mit der Decke in unmittelbarer Berührung ſind, feucht erhalten und nicht vollſtändig verkohlt werden würden, wenn nicht dafür geſorgt wird, den Dämpfen einen Abzug und der Luft einen Zutritt zu verſchaffen. Man bringt daher, wenn die Verkohlung beinahe beendigt iſt und wenn der Meiler, nach Verhältniß ſeiner Größe, 4 bis 8 Tage lang bloß mit den Oeffnungen am Fuße deſſelben geſtanden hat, etwa in der halben Höhe des Meilers noch einige Oeffnungen durch die Decke (Mittelräume) an, wodurch man die vollſtändige Verkohlung der äußerſten Holzreihen zu bewirken ſucht. Bei ſehr großen Meilern pflegt man wohl noch eine zweite Reihe von Mittelräumen, näher nach der Haube zu, anzuordnen; indeß iſt dieſes Verfahren nicht, am wenigſten bei kleinen und bei Meilern von mittlerer Größe, zu loben. Weil ſich die Hitze im ganzen Meiler immer nach oben verbreitet, ſo kann die Verkohlung in der Haube und im Kopfe des Meilers ſehr gut ohne unmittelbaren Luftzutritt erfolgen. Aus dieſem Grunde müſſen auch ſogar die Mittelräume nicht zu nahe nebeneinander gebracht werden und

Digitized by Google

von der Seite, wo der Meiler einem ſtarken Zuge ausgeſetzt wird, ganz wegbleiben. So lange der aus den Mittelräumen tretende Dampf noch ſchwarz und dick iſt, müſſen ſie offen bleiben; ſobald er aber bläulich gefärbt und dünn wird, verſchließt man ſie ſogleich und bringt, 15 bis 18 Zoll tiefer, eine zweite concentriſche Reihe von Oeffnungen durch die Meilerdecke, welche man ebenfalls ſo lange offen erhält, bis der feine Rauch eine bläuliche Flamme bekommt. Bei großen Meilern iſt noch eine dritte ſolche Reihe von Oeffnungen erforderlich, ehe man bis zu den Oeffnungen am Fuße des Meilers niedergekommen iſt. Dann tritt der Meiler in die Gahre. Das Feuer bricht ſtellenweiſe am Fuße des Meilers durch die Fußräume. Geſchieht dies Durchbrechen gleichzeitig im ganzen Umkreiſe des Meilers, ſo iſt die Arbeit gut gegangen. Bleibt das Feuer an einzelnen Puncten zurück, ſo muß die Verkohlung durch dort anzubringende Oeffnungen beeilt, und die Oeffnungen an den gahren Stellen müſſen ſorgfältig möglichſt dicht verſchloſſen werden.

Nach beendigter Verkohlung hat der Meiler eine ſehr veränderte äußere Geſtalt erhalten. Er iſt, wegen des Schwindens des Holzes, nicht allein beträchtlich zuſammengeſunken, ſondern er hat auch in wenigen Fällen ſeine regelmäßige kegelförmige Geſtalt behalten. Oft iſt er nach der einen Seite etwas ſtärker, als nach der andern geneigt, oder er iſt bauchig, mit muldenförmigen Vertiefungen u. ſ. f., je nachdem er bei der Arbeit mehr oder weniger verwahrloſ't iſt. Flach geſetzte Meiler bekommen nach der Verkohlung immer eine weniger regelmäßige Geſtalt, als ſteil geſetzte Meiler. Man kann aus der äußern Geſtalt, in der Regel, auf den Gang und auf den Erfolg der Arbeit ſchließen. Wenn das Gahrwerden des Meilers auf allen Seiten erfolgt iſt, ſo

bleibt er etwa 24 Stunden lang zugedeckt, und gegen allen Zutritt der Luft geſchützt, ruhig ſtehen. Würde er in dieſem Zuſtande lange genug erhalten, ſo müßte das Feuer zuletzt erlöſchen. Weil aber der völlige Ausſchluß der Luft unmöglich iſt, ſo würde durch das freiwillige Erſticken des Meilers ein Verbrennen eines großen Theils der Kohlen veranlaßt werden. Die Erfahrung hat ferner gelehrt, daß die von ſelbſt erſtickten Kohlen weniger wirkſam ſind, als die, in denen das Feuer ausgelöſcht worden iſt. Bei'm Ausziehen der Kohlen macht man am Fuße der einen Seite des Meilers mit einem eiſernen Haken eine Oeffnung, welche aber ſogleich, nachdem eine hinlängliche Menge Kohlen gezogen iſt, wieder mit trocknem Sande oder mit Löſche zugeworfen wird, und ſchreitet mit dieſem Ausziehen rund um die Peripherie des Meilers fort. Die gezogenen Kohlen werden entweder mit trocknem Sande, oder mit trockner Löſche, aber auch wohl durch Beſprengung mit Waſſer gelöſcht. Wo man Waſſer in der Nähe hat, zieht man das Löſchen der Kohlen durch Beſprengen vor.

Die Verkohlungszeit, vom erſten Anzünden bis zum Gahrwerden des Meilers, richtet ſich theils nach der Größe, theils nach der Behandlung des Meilers. Ein kleiner Meiler erfordert vielleicht nur 6 Tage, wenn ein größerer wohl 4 Wochen bedarf. Für Meiler, deren Inhalt etwa 3000 Cubikfuß beträgt, rechnet man 14 bis 16 Tage. Größere Meiler erfordern verhältnißmäßig ungleich weniger Zeit. Hartes Holz muß langſamer, als weiches verkohlt werden. Je länger der Meiler im Treiben bleibt, oder je länger der Zutritt der Luft durch die Regiſteröffnungen am Fuße des Meilers abgehalten wird, deſto vollkommener erfolgt die Verkohlung, und deſto geringer iſt der Verluſt durch Verbrennen. Die Koh-

Digitized by Google

len werden gleich bei'm Ausziehen nach ihrer Größe in verſchiedene Sorten abgetheilt. Die Kohlen von den erſten Zügen ſind immer die größten, weil das Holz, je näher am Quandel, deſto ſtärker vom Feuer bei'm erſten Anzünden ergriffen wird.

Man hat einen großen Werth darauf gelegt, die bei der Verkohlung des Holzes in Meilern entweichenden ſauren und öligen Dämpfe nicht unbenutzt zu laſſen, und es fehlt nicht an Vorſchlägen zu Vorrichtungen, um dieſelben aufzufangen. Das Verkohlungsverfahren in Meilern iſt indeß gar nicht dazu geeignet, jene Nebenproducte zu gewinnen, weil die Gewinnung immer nur auf Unkoſten des Kohlenausbringens geſchehen würde. Nur in derjenigen Zeitperiode, in welcher ſich der Meiler im Treiben befindet, würde die Ableitung der Dämpfe durch eine in der Haube angebrachte Röhre, welche in Kühlfäſſer geleitet wird, keine Störung des Verkohlungsproceſſes bewirken. Die Nebenproducte haben indeß in den mehrſten Gegenden einen ſo geringen Werth, daß Mühe und Koſten dadurch nicht bezahlt werden. Der Vorſchlag des Herrn Foucaud, die Meiler mit geflochtenen hölzernen Horden zu bedecken, welche einen luftdichten Ueberzug von Lehm erhalten und daher ſehr leicht zu transportiren ſind, hat ſcheinbar viel für ſich. Wenn dieſe Horden aber nach dem erfolgten Richten des Meilers auch vollkommen an der Oberfläche deſſelben anſchließen, ſo iſt dies doch nicht mehr der Fall, wenn das Holz durch die Verkohlung ſchwindet. Eine ſolche Art, die Meiler zu bedecken, um die ſich entwickelnden Dämpfe abzuleiten und in Kühlfäſſer condenſiren zu können, hat daher nur in ſolchen Gegenden einigen Werth, wo die Nebenproducte von der Verkohlung zu einer fabrikmäßigen Benutzung verwendet werden können, und wo man ſich daher ein weniger reichliches Koh-

Digitized by Google

lenausbringen, der Nebenproducte wegen, gefallen laſſen muß.

2) Die Verkohlung in Haufen.

Wodurch ſich die Verkohlung in Haufen, — welche auch zuweilen die Verkohlung in liegenden Meilern genannt wird, — von der Verkohlung in Meilern unterſcheidet, iſt ſchon oben erwähnt worden. Der Unterſchied iſt ſcheinbar gering; indeß findet doch bei der Behandlung des zu verkohlenden Holzes eine weſentliche Verſchiedenheit bei beiden Methoden ſtatt. Von der Verkohlungsmethode in Haufen rühmt man, daß ſie vorzüglich gute Kohlen liefere, weil dieſelben faſt in dem nämlichen Augenblicke ausgezogen werden, wo ſie entſtanden ſind, alſo der Glühhitze und den glühenden Gasarten, die ſich bei'm Verkohlen entwickeln, nicht ſo lange ausgeſetzt bleiben, als in den Meilern. Auch will man durch die Haufenverkohlung ein größeres Kohlenausbringen, als durch die Meilerverkohlung, erhalten haben. An anderen Orten haben Erfahrungen gerade entgegengeſetzte Reſultate gegeben. Gewohnheit und erlangte Fertigkeit in dieſer oder jener Verkohlungsmethode entſcheiden hier, wie immer in ſolchen Fällen, wo man mit Unrecht der Methode zuſchreibt, was lediglich der Erfolg einer mehr oder weniger vorſichtigen Arbeit iſt.

Das gewöhnliche Verfahren bei der Haufenverkohlung beſteht darin, daß 6 bis 8 Fuß lange ungeſpaltene Holzſtämme auf der Verkohlungsſtätte, in einer gewiſſen Ordnung liegend, übereinandergeſchichtet, mit Kohlenlöſche (und in Ermangelung derſelben mit einer andern Decke, wie bei den Meilern) bedeckt und verkohlt werden. Die Verkohlungsſtätte beſteht aus einer horizontalen, zuweilen aber auch unter ſehr verſchiedenen Winkeln, dann aber immer

Digitized by Google

dergeſtalt geneigten Ebene, daß der vordere niedrige Theil des Haufens auch über dem tiefer liegenden Theile der Ebene aufgerichtet wird. In einigen Gegenden hält man das Anſteigen der Verkohlungsſtätte von vorn nach hinten ſogar für ein nothwendiges Erforderniß. Bei dem Verkohlen in Wäldern, in gebirgigten Gegenden, kommt es dieſer Verkohlungsmethode wenigſtens zu Gute, daß ſie keine horizontale Stätte nothwendig erfordert. So viel als möglich ſucht man eine feſte, möglichſt trockne Stätte aus, die man 3 bis 6 Zoll hoch mit reiner Kohlenlöſche bedeckt. Die Größe der Stätte iſt von örtlichen Verhältniſſen und von der Länge der Holzſtämme abhängig. Gewöhnliche Dimenſionen eines Haufens ſind eine Länge von 24 Fuß und eine Breite von 8 Fuß, indem das Holz zu 8 Fuß langen Blöcken geſchnitten wird. Die Verkohlungsſtätte iſt um einige Fuß länger und breiter. Wenn die Größe des aufzuſtellenden Haufens abgeſteckt iſt, werden hölzerne Pfähle, in einer Entfernung von 2 bis 3 Fuß voneinander, 1 bis 1½ Fuß tief in die Erde getrieben. Dieſe Pfähle ſind an dem hintern Theile des Haufens (an dem Kopfe oder Segel) 7 bis 9 Fuß von der Erdoberfläche hoch und werden gegen den vordern Theil des Haufens immer niedriger, ſo daß der letzte Pfahl nur etwa 2 Fuß aus der Erde hervorragt. Dieſe Pfähle ſind dazu beſtimmt, die Decke des Haufens an den ſenkrechten Seiten zuſammenzuhalten. Auch die hintere Fläche des Haufens führt man häufig ganz ſenkrecht in die Höhe, weshalb die Decke dort ebenfalls mit einer Pfahlreihe zuſammengehalten werden muß. Die hintere Pfahlreihe iſt nur dann nicht nothwendig, wenn die hintere Fläche des Haufens keine ſenkrechte Wand bildet, ſondern wenn die Holzblöcke mit einer Doſſirung übereinanderliegen, ſo daß die Decke unmittelbar auf der dadurch entſtehenden

ſchiefen Ebene ruhen kann. Ein Grundriß, eine perſpectiviſche Anſicht und ein Durchſchnitt eines ſolchen mit Pfählen eingefaßten Haufens iſt in den Zeichnungen Fig. 8 und 9 vorgeſtellt. Die Breite des durch die Pfähle begrenzten Raumes iſt 12 Zoll größer, als die Länge der Holzblöcke. Auf der Verkohlungsſtätte werden zuerſt lang geſpaltene Stäbe, oder auch gerade Aeſte der Länge nach nebeneinandergelegt. Sie dienen dem zu verkohlenden Holze als Unterlagen und halten zugleich die Erdfeuchtigkeit ab, vertreten alſo die Stelle des Roſtes bei der Meilerverkohlung. Auf dieſe Aeſte wird das zu 8 Fuß langen Blöcken zerſchnittene und ungeſpaltene Holz, ohne Rückſicht auf die Stärke der Blöcke, übereinandergeſchichtet. Die ſtärkſten Blöcke ſucht man jedoch gegen den Kopf, oder gegen das höchſte Ende des Haufens, hinzubringen, und füllt alle Zwiſchenräume möglichſt mit dünnem Gipfel= und Aſtholze aus. Der vordere, niedrige Theil des Haufens erhält die ſchwächſten Hölzer, und oben werden zur Bedeckung ſtarke Aeſte oder auch geſpaltenes Holz angewendet. Die Seitenwände werden ganz ſenkrecht in die Höhe geführt, ſo daß auf jeder Seite zwiſchen denſelben und den Pfählen ein Zwiſchenraum von 6 Zoll bleibt. Dieſer Zwiſchenraum wird nun mit gewöhnlicher Kohlenlöſche, die etwas angefeuchtet wird, ausgefüllt. Um das Durchfallen dieſer Bekleidung durch die Pfahlreihen zu verhindern, werden dünn geſpaltene Breter, Schindeln, oder andere flache, dünne Hölzer auf der dem Haufen zugekehrten Seite an den Pfählen angelehnt, worauf die Löſche zwiſchen dieſer Verſchaalung und dem Kohlenholze feſtgeſtampft wird. Oben wird der Haufen mit Laub, dünnen Reiſern und zuletzt mit Löſche bedeckt. Die Zeichnung Fig. 9 zeigt die Anſicht eines ſolchen fertigen Haufens.

Digitized by Google

Um den Haufen anzuzünden, bringt man, am vordern (niedrigen) Ende deſſelben, glühende Kohlen unter die unterſten Holzlagen zwiſchen den Unterlaghölzern. Schon bei'm Aufſtellen des Haufens ſucht man hier dünneres und trockneres Holz, Späne u. ſ. f. hinzubringen, damit das Anzünden erleichtert werde. Dringt hier und dort ein lichter blauer Rauch am vordern Ende durch die Decke, ſo wird das Anzündeloch ſorgfältig verſchloſſen, und es werden vorn, etwa 15 Zoll vom Boden (Fig. 9), 3 bis 4 Löcher von 1 Zoll Durchmeſſer in die Löſchbedeckung geſtoßen. Dadurch wird der vordere Theil des Haufens erwärmt und in völlige Gluth gebracht. Wenn nach einiger Zeit ein lichtgrauer leichter Dampf ſparſam hier und dort durch die dichte Decke dringt, ſo iſt der vordere Theil des Haufens ſchon ſo weit verkohlt, daß der Luftzutritt abgehalten werden kann. Es werden dann die bei **A** geſtoßenen Löcher verſtopft, und an den Seitenwänden bei **B**, etwa 2 Fuß von der Erde und 6 bis 7 Fuß vom vordern Ende des Haufens entfernt, 3 bis 4 neue, 12 bis 15 Zoll voneinander entfernte, zollweite Löcher, bis auf das ſchon erwärmte Holz durch die Füllung geſtoßen. Bei der Verſchaalung muß auf die künftige Anbringung dieſer Löcher Rückſicht genommen werden. Kommen auch bei dieſem Theile des mit Löchern verſehenen Meilers die vorhin erwähnten Kennzeichen der Halbgahre zum Vorſcheine, ſo werden die Löcher ſogleich verſtopft und in eben der Richtung neue, jedoch im Verhältniſſe der zunehmenden Höhe des Haufens, um mehrere Zoll höher ſtehende Oeffnungen geſtoßen, zugleich aber auch unter den eben verſtopften Löchern **B** ganz nahe am Boden (am Fuße des Haufens) 2 bis 3 friſche zollweite Oeffnungen gemacht, damit ſich das Feuer bis zur Sohle hinunterziehe. Dieſe Fußöffnungen dürfen aber höchſtens

Digitized by Google

nur ſo lange offen bleiben, bis ſich ein leichter, kaum bemerkbarer gahrer Dampf zeigt. Auf die beſchriebene Weiſe fährt man mit dem Einbringen der Löcher bis zum Kopfende des Meilers fort. Iſt die Verkohlung ſo weit fortgerückt, daß man ſchon in einer Entfernung von 8 Fuß vom Kopfende Löcher ſtößt, ſo kann am vordern Ende, wo ſich ſchon gahre erloſchene Kohlen befinden, mit dem Ausziehen derſelben der Anfang gemacht werden. Nur ſelten werden ſich noch glühende Kohlen finden, und wenn der Kopf des Meilers, oder das Segel, noch in voller Verkohlung begriffen iſt, ſo muß ſchon die vordere Hälfte der Kohlen ausgezogen ſeyn.

Bei einem nur in der Größe der Haufen und in der Art des Aufſtellens des Holzes, von dem vorigen abweichenden Verfahren bei der Haufenköhlerei wendet man nicht ungeſpaltenes, ſondern geſpaltenes Holz an und bringt daſſelbe der Länge nach in den Haufen. Das Einfaſſen, Bedecken, Anzünden der Haufen geſchieht eben ſo, wie vorhin. Der Verkohlungsproceß erfolgt aber mit weniger Löchern, weil ſich das Feuer in dem geſpaltenen und nach der Richtung der Länge liegenden Holze ungleich ſchneller verbreitet. Man behauptet, daß dies Verfahren große Vorzüge vor dem vorigen haben ſoll, und daß dabei ein weit größeres Kohlenausbringen erlangt wird. Man ſpaltet indeß nur ſolche Stämme, die über 9 Zoll im Durchmeſſer ſtark ſind. Schwächere Stämme bleiben ungeſpalten. Die Länge der Scheite iſt hier nicht auf die Breite des Haufens beſchränkt, ſondern es kann jede andere Länge gewählt werden.

Die Verkohlung in Haufen iſt weit mehr, als die Meilerverkohlung zum Auffangen der Nebenproducte bei dem Verkohlungsproceſſe geeignet. Die ſich entwickelnden Dämpfe ſtrömen nach dem höheren Theile des Haufens, welcher erſt ganz zuletzt zur

Verkohlung kommt, wogegen ſie bei der Meilerverkohlung das Verbrennen der Kohle in der Haube verhindern ſollen. Wo alſo die Haufenverkohlung eingeführt iſt, beſonders in ſolchen Gegenden, wo das zu verkohlende Holz auf einem Puncte zuſammengebracht wird, da läßt ſich mit Vortheil eine Vorrichtung zur Gewinnung der Holzſäure und des Theers anwenden. Hinten, am Segel des Haufens, ſind 3 Röhren durch die Füllung in den Holzhaufen geführt und gut verdichtet. Dieſe 3 Röhren vereinigen ſich in der trichterförmigen Erweiterung einer Kühlröhre. Man kann der Kühlröhre eine platt gedrückte Geſtalt geben, um dem zum Abkühlen beſtimmten Waſſer mehr Fläche darzubieten. Dieſe Röhre geht durch ein gewöhnliches möglichſt großes Kühlfaß c, welches fortwährend einen Zufluß von friſchem Waſſer erhält. Das Ende dieſer Röhre iſt mit einer Vorlage verbunden, welche die verdichtete Säure, das Oel und den Theer aufnimmt. Aus der Vorlage geht wiederum eine 4 Zoll breite Röhre zurück durch das Kühlfaß. Sie hat die Beſtimmung, das nicht condenſirbare Gas abzuführen. Die Dämpfe, welche ſich in dieſer Röhre aber etwa noch verdichten, fließen, wegen der gegen den Horizont geneigten Lage der Röhre, in die Vorlage zurück. Die ſämmtlichen Röhren ſind von gegoſſenem Eiſen; die Bottiche können von Holz angefertigt ſeyn.

Unmittelbar nach dem Anzünden des Haufens erfolgt die Entwickelung der Dämpfe. Sie ſchlagen ſich in der Kühlröhre nieder, und man erhält zuerſt faſt reines Waſſer, ſpäter ſchwächere, dann ſtärkere Holzſäure, welche ſchon brenzlich riecht. Nach und nach wird die Flüſſigkeit immer brauner, riecht immer ſtärker nach Theer, und zuletzt entwickelt ſich nur wenig ſaure Flüſſigkeit und mehr Theer, welches ſich gegen das Ende der Operation ſo verdickt, daß es kaum

Digitized by Google

tropfbar bleibt. Dann müſſen die Röhren abgenommen werden, weshalb auch diejenigen Producte, welche ſich bei'm Verkohlen des hinterſten Theiles des Haufens entwickeln, ſehr unvollſtändig gewonnen werden.

Man hat das zu verkohlende Holz noch auf mannichfaltige andere Weiſe in den Haufen aufgeſtellt, daſſelbe, z. B., theils ſenkrecht aufgerichtet, theils horizontal niedergelegt und die Lagen auf ſehr verſchiedene Art miteinander abwechſeln laſſen. Es ſcheint aber, daß es ziemlich gleichgültig iſt, wie man das Holz aufrichtet, und daß es in der Hauptſache immer nur darauf ankommt, die Zwiſchenräume zwiſchen den Holzſcheiten möglichſt zu vermeiden und die unvermeidlichen ſo viel als möglich mit dünnerem Holze auszufüllen. Das Verfahren bei der Haufenverkohlung iſt immer das beſchriebene, welche Abänderungen man auch bei dem Richten des Holzes vorgenommen hat.

II. Verkohlung des Holzes im Ofen.

Man verkohlt das Holz in Oefen, wenn man die flüſſigen Nebenproducte vorzugsweiſe gewinnen will; man glaubt auch, in Vergleich mit Meilern und Haufen, eine reichlichere Ausbeute an Kohlen in ihnen zu erhalten; allein die Erfahrung hat dies nicht beſtätigt.

1) Verkohlungsöfen, die von Außen geheizt werden.

Gleichwie im Kleinen bei der trocknen Deſtillation organiſcher Körper in Retorten, Röhren, wo der Luftzutritt gänzlich abgehalten iſt, von den Producten des Entmiſchungsproceſſes nichts verloren gehen kann, ſo muß es ſich auch im Großen bei der Verkohlung in Oefen und Räumen verhalten, welche von Außen geheizt werden. Allein die Größe ſolcher

Digitized by Google

Oefen muß immer eine beſchränkte bleiben, denn ſonſt kann die Hitze von Außen nicht gehörig durchwirken und das Holz im Innern verkohlen, daher ſie auch, um Kohlen zu brennen, nie angelegt worden ſind; dieſe waren dabei Nebenproduct, Holzſäure und Theer Hauptproducte.

a) Theeröfen.

Es liegt am Tage, daß Oefen mit maſſiven Wänden, aus Ziegelſteinen conſtruirt, am meiſten Brennmaterial erfordern; von ſolcher Art ſind die Pech- und Theeröfen, in welchen harzreiches Holz verkohlt wird, um Pech, Oel und Theer zu gewinnen. Ein ſolcher Ofen hat die Geſtalt eines in einen Kegel ausgehenden Cylinders, iſt mit einem Mantel verſehen, der oben anſchließt, ſo daß der innere Ofen gleichſam in dem äußern ſteht. An der Sohle des Ofens befindet ſich eine nach der Mitte zu abſchüſſig gemauerte Grube, von deren tiefſtem Puncte aus ein enger gemauerter Canal nach einer außerhalb angelegten Grube führt, in welcher die Fäſſer zur Aufnahme der flüſſigen Producte aufgeſtellt werden. Damit keine atmoſphäriſche Luft durch den Canal in den Ofen gelange, wird derſelbe durch eine in ihm befeſtigte Röhre bis in die Fäſſer verlängert. Zur Auflage des Holzes im Ofen dient eine viereckige gußeiſerne Platte, welche die Mündung des Canals in der Grube unvollkommen bedeckt; das Einſetzen des Holzes geſchieht durch eine Oeffnung in der Wand des Ofens, aus welcher die Kohlen ſpäter gezogen werden, aber auch vermittelſt einer Oeffnung in der Kappe, um den Ofen gehörig füllen zu können; beide Oeffnungen werden nachher vermauert. Die Feuerung findet im Zwiſchenraume zwiſchen dem Ofen und dem Mantel ſtatt, zu welchem Ende

Schürlöcher in dieſem ausgeſpart und Rauchlöcher angebracht ſind.

Bei'm Anheizen des Theerofens fließt zuerſt ein ſaures Waſſer, gemengt mit ausgebratenem Harz, aus, Theergalle, von welchem ſich allmälig ein wenig gefärbtes, flüſſiges, mit ätheriſchem Oele verbundenes Harz abſcheidet und obenauf ſchwimmt, weißer Theer. Nach und nach, bei zunehmender Hitze, wird der Theer braun und dicker; von demſelben kann man gleichfalls noch etwas aufſchwimmenden gelben Theer abſchöpfen, bis endlich die Maſſe faſt ſchwarz wird. Man gewinnt etwa 10 bis 12% vom Gewichte des Holzes an Theer. — Das im Ofen nach dem Aufhören des Theerabfluſſes verbliebene Holz iſt nicht völlig verkohlt, Kienbrände; man bedient ſich deſſelben zur Kienrußbrennerei (ſiehe unten bei dieſer). Deſtillirt man den abgeſchöpften weißen und gelben Theer, ſo erhält man das Kienöl, ein übelriechendes Terpentinöl, welches beigemiſchtes Brandöl enthält; in der Blaſe bleibt das Harz zurück, welches man weißes Pech nennt.

Der Theer iſt eine zähe, braune, dickflüſſige Subſtanz von einem ſtarken, durchdringenden, nicht gerade unangenehmen Geruche; er beſteht aus mehreren mit Eſſigſäure verbundenen Brandharzen, Fichtenharz, welche, in Terpentinöl und Brandölen aufgelöſ't, eine dickflüſſige Conſiſtenz beſitzen; außerdem enthält er auch Paraffin, Eupion, Kreoſot ꝛc. Mit Waſſer übergoſſen, giebt er an letzteres Eſſigſäure und etwas von den andern Beſtandtheilen ab, wodurch daſſelbe Geſchmack und Geruch nach Theer erhält, Theerwaſſer. Er löſ't ſich in Alcohol, Aether, ätheriſchen Oelen auf und läßt ſich mit Fetten miſchen.

In Schweden, wo viel Theer gewonnen wird, und zwar durch Grubenſchwelerei (ſ. weiter unten), wird aus Theer durch eine Deſtillation mit Waſſer

Digitized by Google

das Pechöl gewonnen, ein Gemiſch von Terpentinöl, viel Brandöl und etwas Brandharz; es ſieht braun aus, riecht ſehr ſtark, unangenehm; rectificirt man es mit Waſſer, ſo wird es farblos. Der Rückſtand bei der Deſtillation des rohen Pechöls iſt das ſchwarze oder Schiffspech, welches gewöhnlich durch's Abdampfen des Theers in eiſernen Keſſeln, bis dieſer ſo dick geworden, daß er bei'm Erkalten erſtarrt, gewonnen wird. Es beſteht aus Brandharz und Fichtenharz, erſteres in vorwaltender Menge, iſt bei 33° weich, knetbar, ſchmilzt in kochendem Waſſer, löſ't ſich in Alcohol, in ätzenden und kohlenſauren Alkalien auf.

Man gebraucht den Theer theils als Wagenſchmiere, theils und hauptſächlich, um Holzwerk gegen den Einfluß von Feuchtigkeit und Luft zu ſchüzzen; man theert bei'm Schiffsbaue alles Holzwerk, Taue, indem man denſelben heiß aufträgt; bei'm Kalfatern ſetzt man dem heißen Theere noch ſchwaches Pech zu. Auch Mauerwerk, wo Feuchtigkeit und Salpeterfraß ſich zeigt, wird getheert. Das ſchwarze Pech dient noch unter Anderm, um einen Harzkitt zu fertigen, der der Feuchtigkeit widerſteht (das Weitere ſ. Mineraltheer); Pechöl, ſo wie der dünne Theer, werden zur Gaserleuchtung benutzt. 16 Theile Theer mit etwa 36 Theilen Ziegelmehl kochend gemiſcht, giebt den Brunnenmacherkitt.

Der bei der trocknen Deſtillation von nicht harzreichem Holze erhaltene Theer enthält mehr Eſſigſäure, als der geſchwefelte Kientheer, weniger Harz, und kann zum Theeren von Holz gleichfalls angewendet werden. Trägt man ihn heiß auf, ſo zieht er ſich tief ein und macht die Oberfläche in wenigen Tagen hart; ein dreimaliger Anſtrich macht das Holz außerordentlich hart, ſchützt gegen Wurmfraß und trockne Fäule. Parkes empfiehlt folgende Miſchun=

gen: 1 Gallone Theer, 1 Unze Talg, 2 Unzen Harz, oder 1 Gallone Theer und 2 Unzen Eiſenvitriol.

Weit mehr ſind dagegen, um Holz zu verkohlen und die Nebenproducte aufzufangen, eiſerne, aus großen Platten zuſammengeſetzte, oder aus Eiſenblech zuſammengenietete Käſten, erſtere in der Feuerung unbeweglich, letztere beweglich, ſo auch gußeiſerne Cylinder angewendet worden. Lebon war 1799 der Erſte, welcher Behufs der Erzeugung von Leuchtgas Holz in eiſernen Käſten verkohlte.

Das Princip iſt bei allen dieſen Einrichtungen daſſelbe; man bringt den eiſernen Verkohlungskaſten, die Retorte, über eine Roſtfeuerung, leitet die Feuerzüge um denſelben in die Höhe, ſo daß er an allen Puncten erhitzt wird. Man füllt den Kaſten von oben mit geſpaltenem Holze, welches ſo lang iſt, als der Kaſten breit, dicht gepackt wird, und ſchließt ihn mit einem Deckel, der mit Lehm verſchmiert wird. Iſt der Eiſenkaſten beweglich, wie bei den nach franzöſiſcher Art eingerichteten Apparaten, ſo wird er, ſobald er ſich nach beendetem Verkohlen abgekühlt hat, mittelſt Ketten, die in drei Haken im Obertheile des Kaſtens eingehangen werden, und eines um ſenkrechte Zapfen drehbaren Krahns herausgezogen, ein anderer, vorher mit Holz gefüllter Kaſten in die noch heiße Feuerſtätte hineingeſetzt, um die Wärme nicht zu verlieren. Dieſe Käſten haben dicht unter dem Deckel ein angeſetztes eiſernes Rohr zum Abzuge der Gaſe und Dämpfe; daſſelbe ruht in einem Einſchnitte der Umfangswand des Ofens, welcher jedesmal durch ein Paar Steine und Lehm gehörig geſchloſſen wird. Es wird mit der Kühlvorrichtung durch eine Vorſtoßröhre verbunden. Die Kühlvorrichtung, in welcher die Dämpfe der Holzſäure, des brenzlichen Oels und Theers condenſirt werden, beſteht in einem langen, theils geraden, theils im Zickzack gebogenen kupfernen

Digitized by Google

Rohre, welches von einem weiten Cylinder umgeben iſt, durch welchen in entgegengeſetzter Richtung ein Strom kaltes Waſſer fließt.

Die durch Condenſation gewonnenen Flüſſigkeiten fließen in eine Reihe miteinander durch Röhren verbundener Fäſſer, oder Bohlenfäſſer; die brennbaren Gaſe ſtrömen aus dem erſten Bottiche, in welchem ſich die Flüſſigkeit niederſchlägt, mittelſt eines Rohres in die Feuerung, wo ſie verbrennen und durch entwickelte Hitze die Verkohlung unterhalten. Es würden aber leicht, wenn ſich die brennbaren Gaſe mit atmoſphäriſcher Luft einigen könnten und in freier Communication mit dem Innern des Apparats ſtänden, Explosionen eintreten. Um dieſe zu vermeiden und ganz unſchädlich zu machen, muß das Ende der die niedergeſchlagenen Flüſſigkeiten zuführenden Röhre immer mehrere Zoll tief in die Flüſſigkeit der erſten Vorlage eintauchen. Zweitens müſſen die beiden erſten Fäſſer nicht ſo miteinander in Verbindung ſtehen, daß die in ihnen enthaltene Luft miteinander communicirt, ſondern ſie ſind durch ein Rohr im untern Theile ihrer Höhe miteinander verbunden, welches ſtets unter dem Flüſſigkeitsſpiegel bleiben muß. — Man leitet ſodann die gewonnene Flüſſigkeit in Ciſternen, welche in die Erde verſenkt ſind. In der erſten lagert ſich der Theer zum größern Theile ab, in der zweiten, dritten immer weniger, bis endlich in der vierten Ciſterne die Säure, ſchon von Theer ziemlich gereinigt, ſich anſammelt. Aus dieſer letztern wird dann die Holzſäure, eben ſo der Theer aus den erſten Fäſſern, durch Heber oder Pumpen in große Vorrathsbehälter geleitet und zum Gebrauche aufbewahrt. Sobald die Vorſtoßröhre anfängt, kühl zu werden, und die Flamme des verbrennenden Gaſes, welche anfänglich gelblichroth, dann blau war, weiß geworden iſt, wird zu feuern auf-

gehört, ſodann die Verbindung des Kaſtens mit dem Kühlrohre aufgehoben, die Mündung des Rohres verſchloſſen, der Kaſten mittelſt des Krahns aus der Feuerung gehoben, während ein anderer, deſſen Eiſenwände, um ſie einigermaßen gegen die Wirkung des Feuers zu ſchützen, mit Lehmſchlämpe beſtrichen worden ſind, eingeſetzt wird. Es müſſen daher für jede Feuerung mehrere eiſerne Käſten vorhanden ſeyn, mit denen man wechſeln kann, denn die Kohlen können erſt nach der völligen Abkühlung des Kaſtens ausgezogen werden; alle 8 Stunden iſt eine Deſtillation von $\frac{1}{2}$ **Decastère** Holz, nahe $1\frac{1}{2}$ Klafter oder $\frac{1}{3}$ Haufen, vollendet, ſo daß in 24 Stunden faſt 3 Deſtillationen ſtattfinden können, alſo in einem Ofen 1 Haufen Holz verkohlt werden kann. Man rechnet von 80 Centnern Holz $20\frac{1}{4}$ Centner Kohlen, $46\frac{2}{3}$ Centner oder 1920 Quart ($71\frac{1}{3}$ Cubikfuß) Holzſäure, von einem ſpecifiſchen Gewichte 1,027, und $6\frac{3}{4}$ Centner Theer. 1 Haufen Holz ſoll ungefähr 1800 Pfund Kohlen geben. Die eiſernen Käſten werden ſehr bald zerſtört, indem ſie verbrennen, ſo daß die Inſtandhaltung derſelben mit vielen Koſten verknüpft iſt. Das zum Anfeuern derſelben nöthige Brennmaterial iſt auch nicht gering, obſchon nur zu Anfange der Deſtillation der Ofen angefeuert wird, ſpäter aber durch die erlangte Hitze und die unter der Feuerung angezündeten Gaſe die Zerſetzung fortgeſetzt wird.

Beſchreibung des auf Taf. **III**, in Fig. 14 und 15, dargeſtellten Verkohlungsofens zur Gewinnung von Holzſäure. Fig. 14 zeigt den Ofen in einem durch die Mitte des nach dem Schornſteine führenden Fuchſes gelegten horizontalen Durchſchnitt; Fig. 15 einen ſenkrechten Durchſchnitt nach der punctirten Linie **xx** in Fig. 14. Der Kaſten **a** iſt aus gußeiſernen Platten zuſammengeſetzt und faßt 100 Cubikfuß. Das Holz wird in den Kaſten durch die

Oeffnung b in der Breite eingelegt, zu welchem Ende alle Kloben geſpalten ſind, um recht dick eingelegt werden zu können. Der Kaſten wird vom Roſte c aus geheizt, auf welchen das Brennmaterial durch den Feuerungscanal d gebracht wird. Das Feuer ſteigt um den Kaſten ſchraubenförmig in den im Zwiſchenraume e, e angebrachten Zügen, die in dem Schornſteine f endigen. Die Dämpfe und Gasarten führt ein eiſernes Rohr g aus dem eiſernen Verkohlungsapparate nach dem Condenſator. Derſelbe beſteht aus mehreren miteinander verbundenen Röhren, welche in einem hölzernen Geſtelle h h ruhen. Die Röhren ſind mit cylindriſchen Mänteln i, i umgeben, welche mit Waſſer angefüllt ſind; letzteres fließt aus einem Troge k durch ein Zuleitungsrohr l nieder, tritt in den unterſten Mantel bei m ein, fließt durch ſämmtliche, die Condenſationsröhren umgebenden, weiteren Cylinder n, n, n, indem es aus jedem untern durch die Verbindungsröhren o, o, o in den darüber liegenden höhern geleitet wird; bei p fließt es, heiß geworden, ab. Die Gaſe und Dämpfe ſtrömen, dem Waſſerſtrome entgegengeſetzt, nieder; letztere werden tropfbar und bei q durch ein Abflußrohr in die erſte verſchloſſene Vorlage r geleitet, während die Gaſe durch das Rohr s, welches mit einem Hahne t verſehen iſt, in die Feuerung abziehen.

Sobald die Deſtillation in vollem Gange iſt, wird der Hahn im Gasrohre geöffnet, nach Beendigung derſelben, während dem etwa 8 Stunden lang eingeſchürt und dann 6 bis 8 Stunden lang das Gasfeuer unterhalten wurde, geſchloſſen; nach 6 Stunden ſind die Kohlen erkaltet, und werden ſodann durch eine Oeffnung im Kaſten an der Rückſeite, welcher eine Oeffnung im Mauerwerke entſpricht, bei u ausgezogen. Selten erhält man von 100 Cubikfuß Fichten- oder Tannenholz mehr, als 60 ⅌ Kohlen,

Digitized by Google

bei einem Aufgange von wenigſtens eben ſo vielen Cubikfuß Reiſigholz.

Der Holzeſſig dient, vermöge ſeines Gehalts an Kreoſot, nicht allein in der Medicin als fäulnißwidriges Mittel, ſondern wird auch gegen Holzſchwamm angewendet; er ſchützt Fleiſch, welches damit beſtrichen worden und getrocknet wird, vor Fäulung; es trocknet aber leicht ſo ein, daß es nicht genoſſen werden kann. Man gebraucht den abgelagerten Holzeſſig zur Bereitung von holzeſſigſauren Salzen, namentlich zu holzeſſigſaurem Natron, Kalk, Bleioxyd, Eiſenoxyd; allein beſſer iſt es in den meiſten Fällen, den Holzeſſig erſt zu rectificiren; ferner zur Darſtellung von concentrirtem Eſſig.

Die Deſtillation des Holzeſſigs, nachdem er ſich durch Ablagern geklärt hat, geſchieht in kupfernen Blaſen mit kupfernen Kühlſchlangen; bei vorſichtiger Feuerung gehen $\frac{7}{8}$ waſſerklar über und bei verſtärktem Feuer folgt dann noch $\frac{1}{16}$ gelbgefärbte Säure; der Rückſtand iſt Brandharz und Brandextract. Bei heftigerm Feuer iſt das Deſtillat vom Anfange an gelblich und trübe. Deſtillirt man die rohe Säure dagegen bis zur völligen Trockne, ſo geht keine Säure verloren, das Deſtillat beträgt dann zwar an Gewicht weniger, als vorher, iſt aber an Säure relativ reicher. Das zuerſt Uebergehende iſt ſehr wäſſerig und enthält, außer dem brenzlichen Oele und etwas Eſſigſäure, brenzlichen Holzeſſigſpiritus; das Letztere enthält von dieſem nichts mehr, deſto mehr aber Eſſigſäure, die letzten Portionen am meiſten. Durch öfter wiederholte Deſtillation kann die Holzſäure vom brenzlichen Oele nicht vollſtändig befreit werden; fünfmal deſtillirter Holzeſſig iſt im Geſchmacke und übrigen Verhalten von einmal deſtillirtem kaum zu unterſcheiden. Ein Zuſatz von $\frac{1}{25}$ Kohle macht, daß der Holzeſſig auch bei ſtärkerem Feuer waſſerklar

Digitized by Google

übergeht. Der deſtillirte Holzeſſig wird am Lichte und an der Luft ſehr bald gelb und nachher braun, eine Folge der Veränderung, welche das brenzliche Holzöl erleidet. — Derſelbe dient zur Bereitung von Beizen und Farben in der Kattundruckerei, Färberei, zur Darſtellung reiner Eſſigſäure, eſſigſaurer und holzeſſigſaurer Salze.

b) Verkohlung in Cylindern.

Zur Erzeugung der Kohlen Behufs der Pulverfabrication bedient man ſich theils gußeiſerner Keſſel, theils und vornehmlich gußeiſerner Cylinder von 4 bis 6 Fuß Länge, 2 Fuß Durchmeſſer, deren 2 oder 3 in einer Feuerung gelagert ſind. Dieſelben ſind an einem Ende mit einem Deckel feſtgeſchloſſen, in welchem ſich nahe der Peripherie 4 Röhren befinden; am andern haben ſie doppelte Deckel aus Blech, deren Zwiſchenraum mit Aſche, als ſchlechtem Wärmeleiter, angefüllt wird. Das Holz wird in Stäben, die 6 Zoll kürzer ſind, als die Cylinder, entweder einzeln, oder in Bündeln eingelegt, aber ſo, daß dieſelben von den Deckeln an beiden Enden abſtehen. An eine der beiden obern Röhren wird eine kupferne Vorſtoßröhre angeſetzt, welche unter Waſſer ausmündet; durch die zweite wird ein Probeſtab eingeſteckt, nach welchem man den Gang des Verkohlens beurtheilt; ſie iſt aber während der Zeit, daß der Stab nicht herausgezogen, oder hereingeſteckt wird, gleich den beiden untern, geſchloſſen.

Die Cylinder werden gewöhnlich mit Torf befeuert; die Temperatur darf in denſelben nicht über 312° ſteigen. Die Kohlen dürfen nie glimmen. Nach 5 Stunden tritt die Verkohlung ein; an der Beſchaffenheit der ſich entwickelnden und aus dem Ausgangsrohre entweichenden Luftarten, der Farbe der Flamme, die ſie, angezündet, geben, erkennt man

Digitized by Google

den Gang der Verkohlung; iſt die letztere violett, ſo muß der Proceß, ſoll die Kohle leicht entzündlich und braun ſeyn, unterbrochen werden. Dazu gehören etwa 7 Stunden, von Anfang der Verkohlung an gerechnet; denn je langſamer man dieſelbe leitet, deſto beſſer wird das Product. Die Kohle kühlt in den Cylindern, die man ſorgfältig verſtreicht, aus. Dieſelbe klingt dumpf, zeigt viele Querriſſe, ſieht braun aus, brennt mit hellblauer Flamme, löſ't ſich faſt vollſtändig in Kalilauge auf; die Ausbeute beträgt 33% vom Gewichte des trocknen Holzes. Man gebraucht zur Erzeugung von 100 Pfund Kohle 450 bis 500 Pfund Torf.

2) Verkohlungsöfen mit Zutritt von atmoſphäriſcher Luft.

Die Verkohlung in ſolchen Oefen unterſcheidet ſich von der Verkohlung in Meilern und Haufen nur dadurch, daß das Holz von feſten Umfaſſungswänden eingeſchloſſen iſt. Es läßt ſich zwar bei gut eingerichteten Oefen dieſer Art der Luftzutritt genauer reguliren, als bei den erſteren; allein die durch's Schwinden des Holzes bei'm Verkohlen entſtehenden leeren Räume, durch welche der Luftzutritt geſtattet wird, ſind nicht zu vermeiden. Man bedient ſich ſolcher Oefen vorzüglich nur in den Fällen, wo die Gewinnung der Nebenproducte Behufs einer fabrikmäßigen Benutzung beabſichtigt wird. Den Luftzutritt zum innern Raume des Ofens regulirt man durch Regiſteröffnungen in den Umfangswänden in ähnlicher Art, wie es bei Meilern ꝛc. geſchieht. Die Form der Oefen iſt wegen des dichteren Zuſammenſetzens des Holzes am bequemſten länglich-viereckig; die beiden langen Seitenmauern tragen ein Tonnengewölbe, welches von den ſchmalen Giebelmauern geſchloſſen wird; in dieſen befinden ſich die Oeffnungen

zum Einſetzen des Holzes und Ausziehen der Kohlen, die während der Verkohlung zugemauert und von Außen mit eiſernen Thüren verſchloſſen ſind. Rings um den Ofen ſind zwei Reihen Oeffnungen von 1½ Zoll Durchmeſſer, in Abſtänden von 3 Fuß auseinander; die eine Reihe in der Höhe der Sohle des Ofens, die andere 1½ Fuß höher. Eine 6 Zoll hohe Oeffnung dient zum Anzünden des Holzes durch eine bei'm Einſetzen deſſelben beſonders ausgeſparte Feuergaſſe; ſie wird nach dem Einbringen des Feuers vermauert. Die Gaſe und Dämpfe ziehen durch ein 6 Zoll weites kupfernes Rohr, welches im Gewölbe angebracht iſt, nach den Condenſationsräumen. Zu Anfange bleiben die Regiſteröffnungen offen, werden aber im Verhältniſſe, als die Verkohlung vorſchreitet, mit paſſenden Stöpſeln geſchloſſen; eine raſche Verkohlung vermindert das Kohlenausbringen. Nach der völligen Verkohlung werden die Regiſter mit Lehm feſt verſtrichen, und der Ofen abgekühlt, wozu, nach der Größe 8, 12, 14 Tage erforderlich ſind; man pflegt auch wohl mit Waſſer die Gluth im Ofen zum Erſticken zu bringen. Wird die Verkohlung langſam getrieben, und werden die Regiſter, wenn ſich dicke Theerdämpfe zeigen, faſt ganz geſchloſſen, ſo iſt das Kohlenausbringen in ſolchen Oefen nicht geringer, als bei der Verkohlung unter beweglichen Dekken. Wenn der Werth der gewonnenen Nebenproducte daher die Erbauungs- und Unterhaltungskoſten des Ofens, ſo wie die größern Verkohlungskoſten übertrifft, ſo iſt es vortheilhafter, die Verkohlung in Oefen dieſer Art, ſtatt in Meilern und Haufen, vorzunehmen.

Ganz nach demſelben Principe, nur mit geringerem räumlichen Inhalte, iſt der Ofen eingerichtet, den de la Chabeauſſière ausgeführt hat. Er bedient ſich ſowohl unterirdiſcher Oefen, Gruben, als

auch ganz nach derſelben Art conſtruirter Oefen über der Erde. Es wird eine Grube, 10 Fuß im Durchmeſſer, 9 Fuß tief ausgegraben, jedoch ſo, daß der untere Durchmeſſer nur 9 Fuß beträgt, die Wände feſtgeſchlagen, mit Raſen bekleidet. Rings um die Grube werden in gleichen Abſtänden 8 ſenkrechte, 6 Zoll in's Gevierte weite Canäle niedergetrieben, die durch kurze horizontale, in den Ofen ausmündende, gemauerte Canäle der atmoſphäriſchen Luft Zutritt zum Ofen verſchaffen. Die ſenkrechten Luftcanäle ſind oben bedeckt, gehen aber durch ein kurzes, horizontales Rohr in kleine Gruben aus, in denen man ſehr leicht, ohne daß der ſenkrechte Canal ſelbſt durch hineinfallende Erde und dergleichen verſtopft werden kann, die Oeffnungen derſelben zu verſchließen im Stande iſt. Die Sohle des Ofens iſt von Thon, von der Mitte nach der Peripherie hin abfallend, geſchlagen, der obere Rand der Grube mit einem Kranze von Mauerſteinen eingefaßt, um darauf den eiſernen Hut ruhen zu laſſen, der bei der Verkohlung die Grube bedeckt. 9 Zoll unter dieſem Mauerkranze iſt ein neunzölliges Loch, in welchem eine ſanft anſteigende Röhre von 2 Fuß Länge lagert, ſich dann aufwärts biegt und ſeitwärts in einen gemauerten Behälter ausmündet, welcher über der Erdfläche aufgeführt iſt. Dieſes Baſſin kann mit Eiſenplatten bedeckt werden, hat 2 bis 3 Zoll über der Sohle eine Abzugsöffnung für die Säure, den Theer, ſo wie in der einen befeſtigten Deckplatte ein Rohr zur Abführung der Gaſe. Will man aber die Säure, den Theer möglichſt vollſtändig gewinnen, ſo muß ein Fäſſerapparat mit Verbindungsröhren angewendet werden. Der Hut wird aus ſtarkem Eiſenblech zuſammengenietet und durch Rippen verſtärkt; er hat $10\frac{1}{2}$ Fuß Durchmeſſer, iſt flach gewölbt, wiegt 5 bis $5\frac{1}{2}$ Centner, wird mittelſt langer Hebel und untergelegter Walzen fort-

bewegt. In der Mitte iſt ein neunzölliges Loch mit einem Halſe und Stürze, die gut aufpaſſen muß; desgleichen ſind noch 4 kleinere Oeffnungen von 4 Zoll Durchmeſſer, 1 Fuß vom Rande abſtehend, angebracht, gleichfalls mit Hälſen und Stürzen. Um die Kohlen auszuziehen, iſt ein Krahn mit Rollen erforderlich.

Die Oefen über der Erde werden ganz nach demſelben Principe erbaut; die Dicke des aus Raſen und Erde aufzuführenden kreisförmigen Walles beträgt an der Sohle 8 Fuß; wenn alſo der lichte Durchmeſſer des Ofens 9 Fuß iſt, ſo hat der ganze Ofen einen Durchmeſſer von 17 Fuß; am obern Rande iſt die Stärke des Erdwalles 3 Fuß. Die Luftlöcher ſind horizontale Canäle, in denen irdene Röhren liegen, 6 Zoll über der Grubenſohle ausmündend, 8 im Umkreiſe des Ofens; für den Hut muß ein Krahn mit Ketten vorhanden ſeyn. Aus dem oben angebrachten gemauerten Baſſin ſteigt die Gas, Dampf und Flüſſigkeiten ableitende Röhre in den Fäſſerapparat nieder.

Die Aufſtellung des Holzes iſt gleich der in horizontalen Meilern; das Anzünden geſchieht in dem ſenkrechten Quandelcanale mittelſt glühender Kohlen; der Hut wird einige Zoll hoch mit Erde bedeckt, und von Anfang an alle Zuglöcher an der Peripherie des Ofens und im Deckel geöffnet, dann aber mehr oder minder geſchloſſen, je nachdem es erforderlich iſt. — De la Chabeauſſière giebt an, in 8 Oefen jährlich 500 Decastères Eichenholz verkohlt und daraus 16000 Hectolitres Kohlen, oder 64000 franzöſiſche Pfund, oder etwa 25$\frac{0}{0}$ erhalten zu haben, außerdem noch Theer und 30000 Velten Holzſäure von 2 bis 5° B. Dies giebt in preußiſchen Maaßen von 1500 Klaftern Holz 19111$\frac{1}{3}$ Scheffel Kohlen, oder 66976 Pfund.

Beſchreibung des auf Taf. II, Fig. 12 und 13 dargeſtellten Holzverkohlungsofens von de la Chabeauſſière; Fig. 12 ein ſenkrechter Durchſchnitt, Fig. 13 halb in der Vogelperſpective, halb im Querdurchſchnitte in der Höhe der Grubenſohle. a der Ofen, b, b ſenkrechte Luftröhren, welche durch kurze horizontale Röhren e, e mit den ſenkrechten in Verbindung ſtehen. f die Ofenſohle, g ein Kranz von Mauerſteinen, auf denen der Deckel, oder Hut h ruht. i ein Rohr, welches nach dem Behälter k führt, l das für die Gaſe beſtimmte Ableitungsrohr, m, m Löcher im eiſernen Hute.

Die Grubenverkohlung, wie ſie noch jetzt in Schweden, Rußland betrieben wird, gehört auch hierher. Man gräbt an der Seite eines Bergabhanges eine kegelförmige Grube, die Spitze nach unten gekehrt; von hier aus leitet man in einer etwas geneigten Rinne die flüſſigen Producte nach außen in die untergeſtellten Fäſſer. Man füllt die Grube mit zerkleinertem Nadelholze, bedeckt das letztere mit Aeſten und Erde, ſtößt in dieſe einige Oeffnungen, um Zuglöcher anzubringen; das Anzünden geſchieht von oben. Man hat auch wohl ausgemauerte Gruben. Bei dieſer Verkohlungsart gewinnt man hauptſächlich Theer, wie in Schweden, Rußland. Auf gleiche Weiſe gewinnt man in Rußland den Birkentheer (ſchwarzen Doggert, Deggut), indem man in 20 bis 25 Fuß tiefen Gruben, die nach unten ſich beträchtlich verengen, Abflußröhren haben, und deren Seitenwände mit Holz ausgeſetzt ſind, Birkenrinde feſt einſtampft; obenauf legt man Stroh und zündet durch die in der obern Decke von Raſen und Erde angebrachten Zuglöcher das letztere an.

In einem einfachen Apparate, nach der Einrichtung der zur Holzſäuredeſtillation gebräuchlichen, erhielten Grouvelle und Duval-Duval von der

äußern Rinde der Birken 60 % des Gewichts an rohem brenzlichen Oele, aus welchem durch eine Rectiſication eine bedeutend geringere Menge gereinigtes erhalten wurde. Bei einem von Payen mit aller Vorſicht geleiteten Verſuche wurden 70 % eines braunen Oels, 5 % Theer, 10 % ſchwache Holzſäure, 12,5 % ſehr leichte Kohle erhalten.

3) Verkohlungsöfen ohne Luftzutritt, durch Erhitzung des Holzes mittelſt glühender eiſerner Röhren.

Dieſe Art der Verkohlung ſoll die Vortheile der unter 1. erwähnten Verkohlungsöfen gewähren, den Zutritt der Luft abhalten, ohne mit jenen den Nachtheil zu theilen, die Verkohlung des Holzes durch die erhitzten Ofenwände zu bewirken. Die Erhitzung geſchieht vermittelſt eiſerner Röhren, die durch den Ofen hin- und hergezogen ſind, außerhalb mit einer Feuerung in Verbindung ſtehen und in einen Schornſtein ausmünden. Es iſt wohl möglich, daß auf dieſe Weiſe an Brennmaterial erſpart wird, indem die eiſernen Röhren durch eine geringere Menge Brennmaterial geheizt werden können, als die Umfaſſungswände des Ofens ſelbſt; doch iſt nicht zu überſehen, daß, um des Zugs willen, die Luft noch ziemlich heiß aus dem Schornſteine entweichen muß. Man wird auch Oefen von größerem Rauminhalte auf dieſe Art anwenden können, indem man die Röhren überall hinleiten kann, alſo nicht zu befürchten iſt, daß das Holz in der Mitte unverkohlt bleibe. Die Dämpfe der Holzſäure und des Theers werden in derſelben Art, wie bei 2. gelehrt worden iſt, aufgefangen und condenſirt. — Dieſes Verkohlungsverfahren iſt bisher noch wenig angewendet worden, obſchon es nicht weniger vortheilhaft iſt, als die Verkohlung in den unter 1. beſchriebenen Oefen. In

Blansko in Mähren iſt dieſelbe im Großen von Reichenbach, zu 99 Klafter Holzraum, ſeit 17 Jahren ausgeführt worden.

4) Verkohlungsöfen durch's Erhitzen des Holzes mittelſt glühender zerſetzter Luft.

Statt die heiße Luft, den Rauch und die Flamme durch eiſerne Röhren zu leiten, um dadurch das Holz im Ofen zu verkohlen, faßte Schwartz, in Stockholm, die Idee auf, und führte ſie auch bei einem Verſuchsofen aus, die Flamme unmittelbar in den Verkohlungsofen zu leiten, da in den glühenden Gasarten, welche die Flamme bilden, kein freies Sauerſtoffgas mehr vorhanden iſt, welches ein Verbrennen des Holzes bewirken könnte. Dieſes Verfahren unterſcheidet ſich von dem vorigen dadurch, daß die koſtbaren eiſernen Röhren entbehrlich werden, daß die Erhitzung des Holzes unmittelbar und nicht mittelbar geſchieht, wodurch an Brennmaterial geſpart werden muß. — Die in Schweden angeſtellten Verſuche ſcheinen aber kein günſtigeres Reſultat geliefert zu haben, als die Verkohlungsart unter beweglichen Decken; es entſtehen durch die große Hitze im Ofen leicht Riſſe, Sprünge, durch welche die Luft weit weniger vollſtändig abgehalten werden kann, als durch die Decke von Erde oder Kohlenlöſche. Man hat daher auch dieſen Ofen aufgegeben.

Zweiter Abſchnitt.

Von dem Torfe und deſſen Verkohlung.

Der Torf erzeugt ſich aus abgeſtorbenen Pflanzen, wenn ſie mit ſtehendem Waſſer in Berührung ſind. Waſſerpflanzen, namentlich Mooſe, machen den Anfang der Torferzeugung; ſie durchziehen das Waſſer in allen Richtungen, ſterben ab, ſenken ſich zu Boden, wodurch das Waſſer endlich Moraſt wird. In dieſem entſtehen neue Pflanzen, welche auch abſterben; ihre Wurzeln erleiden einen eigenthümlichen Entmiſchungsproceß. So wird der Moraſt endlich, indem in jedem Jahre eine neue Vegetation entſteht und untergeht, in ein Torflager umgewandelt, welches allmälig feſt wird. In wärmeren Ländern geht die Torfbildung ſchneller, als in kälteren vor ſich; doch hindert die ſchnelle Verdunſtung des Waſſers die Erzeugung von Torf, daher man dort die Torfmoore nur in den Gebirgen findet.

Digitized by Google

So richtig es auch im Allgemeinen iſt, daß die Torfmaterie aus abgeſtorbenen Pflanzen entſtehe, ſo kann man doch bei gewiſſen Arten des Torfes die Formen organiſcher Materie nicht wahrnehmen. Denn je weiter die Verweſung vorgeſchritten iſt, deſto weniger ſind die Pflanzentheile zu erkennen, welche zur Bildung des Torfes beigetragen haben; die unlösliche Holzfaſer iſt in Humusſubſtanz, Humusſäure ꝛc. übergegangen. Im **Baggertorfe** fehlen organiſche Reſte gänzlich. Derſelbe iſt ein Schlamm, der bei'm Trocknen compact wird. Er ſetzt in Holland (in der Gegend von Utrecht, zwiſchen Haag und Rotterdam) große Torfländer zuſammen, aus welchen er durch Baggern gewonnen wird. Auch im Regierungsbezirke Münſter, in Frankreich, Departement du Pas-de-Calais, wird Torf gebaggert. Er iſt ein vorzügliches, reines, andere Torfarten übertreffendes Brennmaterial und kann, ähnlich wie Lehm und Ziegelerde, in Steine geſtrichen, alſo auch gepreßt werden. Man hat dazu auch in England die Thonſchneidemaſchine angewendet. Die übrigen Torfarten enthalten ſämmtlich vegetabiliſche Reſte; es ſind Land- und Sumpfgewächſe, mit mehr oder weniger erdigen Theilen vermengt. Seegewächſe ſind im Torfe aber nur an den Orten, die noch jetzt dem Einfluſſe des Meeres ausgeſetzt ſind, und an der Küſte von Mecklenburg, von Schonen. Sehr oft findet man in Torfmooren Baumſtämme, die noch jetzt lebenden Bäumen angehören, zuweilen auch Vitriolkies, und durch die Zerſetzung deſſelben Eiſenvitriol. So namentlich in Schleſien, zwiſchen Münſterberg und Neiße (Regierungsbezirk Merſeburg), zu Schwarzenbruch am Bleiberge in der Eifel. Torf findet man ſowohl im Hochlande, als im ebenen Lande, im preußiſchen Staate in allen Regierungsbezirken.

Digitized by Google

Der Stichtorf wird in parallelopipediſchen Stük-ken geſtochen, an der Luft getrocknet, indem er meiſt ſehr feucht iſt; nicht ſelten verliert er bei'm Eintrock-nen $\frac{9}{10}$ des Gewichts. Der Baggertorf wird ge-ſtrichen, gepreßt, indem er meiſt ſehr feucht iſt, um ihn compact zu machen, welches Verfahren auch auf Stichtorf angewendet werden kann. Der Torf hin-terläßt bei'm Verbrennen meiſt ziemlich viel Aſche, obſchon auch Torf bekannt iſt, welcher nur 1 bis 2% Erde hinterläßt; die Aſche beſteht aus Kieſel-, Thon-erde, kohlenſaurem, ſchwefel- und phosphorſaurem Kalke, Eiſenoxyde, phosphor- und ſchwefelſaurem Eiſen-oxyde. Der Torf wird, wenn er nicht gar zu viel Aſche giebt, mit Vortheil zu Feuerungen angewendet, welche eine mäßig ſtarke, ſtete Erhitzung erfordern, für Dampf-maſchinenkeſſel, Siedepfannen, Keſſelfeuerungen, Kalk-, Ziegel-, Steingut-, Glas-, Töpferöfen, zum Ein-friſchen und Umſchmelzen des Roheiſens in Flamm-öfen, zum Brennen auf Küchenheerden, zur Zimmer-heizung; einige Torfarten ſind zur Gasbeleuchtung brauchbar, z. B., in England der vom Dartmoor.

Der Torf giebt bei der Verkohlung zwar dieſelben Producte wie Holz, allein weniger Säure, bedeutend weniger Oel, dagegen aber Ammoniak. Man verkohlt denſelben in Meilern, Gruben, Oefen; in letzteren gewinnt man nicht mehr, als in den er-ſteren, obgleich die Koſten größer ſind. Die Kohlen-ausbeute bei recht reinem Torfe, der kaum 1% Aſche bei'm Verbrennen hinterläßt, beträgt, wurde die Ver-kolung langſam betrieben, 26 bis 28, bei ſchnellem Verkohlen nur 13 bis 17% dem Gewichte nach. Wenige Torfarten liefern bloß 1% Aſche, bei weitem die allermehrſten geben 10 bis 20% und mehr, wo-durch die Torfkohle in Schachtöfen wenig anwend-bar wird, indem die Aſche ſehr ſtrengflüſſig iſt. Zu-dem hat auch dieſe Kohle ſehr geringe Feſtigkeit, ſo

daß ſie ſehr leicht in Schachtöfen, wenn ſie nicht ſehr niedrig ſind, zerdrückt wird und dem Winde den Durchgang erſchwert. Dagegen iſt die möglichſt aſchenfreie Torfkohle in Glüh- und Schweißfeuern, für Reck-, Zain- und Schaufelhämmer ein ganz vortreffliches Brennmaterial, welches die Holzkohle vollſtändig erſetzt, oft ſogar übertrifft.

Zur Meilerverkohlung giebt man den Torfſtük-ken größere Dimenſionen, als zum gewöhnlichen Gebrauche, 15 Zoll Länge, 6 Zoll Breite und Höhe, läßt ihn auch ganz lufttrocken werden. Die Meiler werden wie Holzmeiler gerichtet und behandelt; man macht ſie aber kleiner, ſetzt nur 5 bis 6000 Stück ein, ſo daß ſie höchſtens 1500 Cubikfuß Rauminhalt haben; unten am Quandel wird recht trocknes Holz geſetzt und 4 Zündgaſſen angelegt; oben bleibt eine Oeffnung von etwa einem Fuß im Durchmeſſer, welche keine Decke erhält. Sobald das Feuer zu dieſer Oeffnung herausſchlägt, wird auch hier eine Decke gegeben, und in die Haube Oeffnungen geſtoßen. Der Torf erfordert, im Vergleiche mit Holz, ſtärkern Luftzutritt, jede Art aber eine andere Behandlung. Bei einem guten Gange der Arbeit kann man auf ein Ausbringen von 35 bis 40 % Kohle dem Raume nach rechnen. Das Verkohlen in Gruben geſchieht wie das des Holzes, hinterläßt aber auch viel Brände, und auf der andern Seite iſt ein Theil ſchon vollſtändig veraſcht. — Zur Verkohlung des Torfes in geſchloſſenen Räumen bedient man ſich theils der eiſernen Cylinder; Käſten, wobei aber dieſelben durch die ſauren Dämpfe ſtark angegriffen werden, theils gemauerter Oefen; die wenigen Nebenproducte gewähren kaum eine Entſchädigung für die vermehrten Koſten der Anlage.

Ein ſehr gut conſtruirter Ofen der Art iſt zu Crouy am Ourcq bei Meaux errichtet; er hat mit

einem Theerofen die meiſte Aehnlichkeit. Taf. II, Fig. 11 ſtellt denſelben dar. a der cylindriſche Verkohlungsraum, deſſen Umfangswände durch das Feuer gehitzt werden, welches im Zwiſchenraume b ihn umſpielt. Dieſer Raum iſt durch Ziegelſteinwände in 3 Etagen getheilt, durch deren Oeffnungen die Flamme von dem Feuerraume c c aufſteigt und den Verkohlungsraum von Außen heizt. Um die Wärme zuſammenzuhalten, iſt in den Umfangswänden des äußern Ofens ein cylindriſcher hohler Raum d angebracht, in welchem ſich ruhende Luft befindet. Durch die am obern Ende bei e angebrachte Oeffnung wird der Torf eingetragen, dann dieſelbe mit einer eiſernen Platte f geſchloſſen, die mit Aſche oder Sand bedeckt wird. Der Heizraum mündet über dieſer Oeffnung auch aus, und die Ausmündung iſt mit einem eiſernen beweglichen Deckel verſehen, in welchem ſich ein kleines Loch zum Ausſtrömen der Gaſe befindet. Die Ofenſohle beſteht aus einem gußeiſernen Schieber h, der mittelſt eines Griffs i bewegt werden kann; man zieht ihn nach vollendeter Verkohlung zurück, worauf die Kohlen aus dem Verkohlungsraume in das unter demſelben befindliche Gewölbe fallen. Die flüſſigen Producte werden durch das Rohr k abgeführt und in die Condenſationsciſterne geleitet; die Gaſe aber entweichen von hier aus nach der Feuerſtätte, um dort verbrannt zu werden. Der eiſerne Schieber wird, um ihn gegen ſaure Dämpfe zu ſchützen, und einen dichtern Schluß zu bedingen, mit Torfkohlenlöſche beſchüttet.

Man verkohlt aber auch den Torf in Oefen, in welche atmoſphäriſche Luft hinzutreten kann; dieſelben ſind, mit ſehr unbeträchtlichen Abänderungen, eben ſo eingerichtet, wie die Holzverkohlungsöfen; man wendet entweder einen Roſt an, oder Regiſteröffnungen in den Wänden. Weil der Torf einen größern

Luftzutritt bei'm Verkohlen verlangt, bedient man ſich lieber runder Oefen von geringerm räumlichen Inhalte, und bringt in den Umfangswänden mehr Oeffnungen in geringerer Entfernung voneinander an, als bei Holzverkohlungsöfen.

Ein Ofen nach dieſem Principe iſt zu Rothau, im Departement der Vogeſen, erbaut worden; es iſt ein nach oben kegelförmig verjüngter Schacht, welcher drei Reihen Regiſteröffnungen hat und nach oben mit einer gußeiſernen Platte geſchloſſen wird. Bei'm Füllen des Ofens mit Torf wird in der Achſe deſſelben ein ſenkrechter Raum ausgeſpart, der dann mit trocknem Holze gefüllt wird, welches zum Anzünden des Torfes dient. Bei'm Anfange des Proceſſes iſt der Ofen ganz offen; die beiden oberen Reihen Oeffnungen geſchloſſen, nicht aber die untere; zeigt ſich durch die letztere der Torf weißglühend, ſo werden die unteren geſchloſſen. Nach 6 bis 7 Stunden ſind die unteren ſämmtlich geſchloſſen, worauf die Oeffnungen der zweiten Reihe geöffnet werden, und ſo weiter; nach 20 Stunden entwickelt ſich kein Rauch mehr; dann verſchließt man die obere weite Oeffnung mit der Platte, die in der Mitte einen Schieber hat, mittelſt welchem der Zug regulirt wird; zuletzt verſchließt man auch dieſe Oeffnung. Man läßt dann den Ofen einen Tag lang etwas abkühlen, gießt Waſſer hinein und kann dann 24 Stunden die Torfkohle ausziehen. Man erhält dem Raume nach 35, dem Gewichte nach 24$\frac{0}{0}$ Kohle; der Cubikmeter jener Kohle wiegt 250 Kilogramm, alſo nach preußiſchem Maaße der Scheffel 29$\frac{1}{4}$ Pfund.

Dritter Abſchnitt.

Von den Stein= und Braunkohlen und deren Verkohlung.

Erſtes Capitel.

Von den Stein= und Braunkohlen.

Man unterſcheidet in der Mineralogie Steinkohlen, Braunkohlen (Kohlenblende, Faſerkohle); allein der Uebergang dieſer verſchiedenen Gattungen ineinander iſt oft ſo unmerklich, daß es häufig ſehr ſchwer fällt, dieſelben genau zu unterſcheiden; denn der braune oder ſchwarze Strich, mehr oder weniger Glanz können nicht als unfehlbare Kennzeichen angeſehen werden; und ſelbſt in Bezug auf die chemiſche Zuſammenſetzung ſtehen Braunkohle und Steinkohle einander ſehr nahe.

Digitized by Google

Die Schwarz- und Braunkohlen kommen in unregelmäßiger Geſtalt vor, haben einen muſchligen, unebnen Bruch, mehr oder minder ausgezeichneten Fettglanz, eine ſchwarze oder braune (mitunter graue) Farbe, ſind undurchſichtig, mild; ſpeciſiſches Gewicht der Steinkohlen 1,16 bis 63. Sie zeigen bisweilen eine mehr oder minder deutliche holzartige Structur; oft iſt dieſelbe ganz verwiſcht. Die Braunkohlen zeichnen ſich durch ein ſehr unangenehm riechendes Brandöl aus, welches ſie bei'm Verbrennen, oder Deſtilliren entbinden.

Man theilt die Schwarzkohlen, Steinkohlen, an denen man keine Holztextur mehr wahrnimmt, ein: in Pechkohle, von ſtarkem Glanze, vollkommen muſchligem Bruche; kommt vor in Schleſien, Rheinprovinzen, Sachſen, Würtemberg, Baiern, Schottland. — Schieferkohle, mit deutlich ſchiefriger Textur, in Schleſien (Waldenburg, Bielſchowitz ꝛc.), Sachſen (Löbegün, Wettin bei Halle), Rheinprovinzen, Weſtphalen, bei Dresden (Potſchappel), in Würtemberg, Baiern, England und Schottland (Newcaſtle, Whitehaven, Dumfriesſhire, Derbyſhire) ꝛc. — Blätterkohle, eine Varietät der letztern. — Grobkohle, Bruch uneben, grobkörnig, im Großen dickſchiefrig, wenig glänzend, Schleſien, Sachſen (Dresden). — Cannelkohle, von groß- und flachmuſchligem Bruche, in's Ebne verlaufend, ſchwachglänzend, leicht entzündlich, mit großer, heller, weißer Flamme brennend, ſpeciſiſches Gewicht 1,16 bis 27; England (Wigan in Lancaſhire, Whitehaven, in Schropſhire, auch bei Scheffield), Schottland (Gegend von Edinburgh, Clydesdale). Sie hinterläßt 3,1 $\frac{0}{0}$ Aſche, giebt unter allen Arten am wenigſten Coaks, nämlich 32 $\frac{0}{0}$.

Die Braunkohlen werden eingetheilt in: Gemeine Braunkohle, zum Theil ſehr deutliche Holzgeſtalt, Bruch erdig, ſelten flachmuſchlig, fett-

glänzend, hat unter allen Braunkohlen die meiſte Feſtigkeit; kommt vor in Mansfeld, in Sachſen, Thüringen (Artern), Rheinprovinzen (Emmendorf bei Coblenz, Cöln, Bonn), Böhmen, Steiermark, England (Devonſhire — Boveycoal). — Erdkohle, ſtaubartige, mehr oder minder feſt verbundene Theile, glanzlos, zerreiblich, brennt mit ſtarkem Rauche und bituminöſem Geruche; Thüringen, Sachſen (Halle, Merſeburg), Mansfeld. — Moorkohle, häufig zerklüftet, faſt ohne Holztextur, ſchwach glänzend, mancher Art Steinkohlen ſehr ähnlich, Heſſen, Böhmen (Teplitz, Carlsbad), Mähren. — Foſſiles (bituminöſes) Holz, von deutlicher Holztextur, faſriger, muſchliger Querbruch, matt, ſpecifiſches Gewicht 1,38 bis 2,0; Thüringen (Artern), Sachſen, Heſſen, auf Island in großer Menge und Suturbrand genannt. — Der häufige Gehalt der Braunkohlen an Schwefeleiſen bedingt theils Selbſtentzündungen auf den Lagern, theils die Erzeugung von Eiſenvitriol, Bitterſalz und Alaun (wie, z. B., in Böhmen). —

Man kann die Braun- und Schwarzkohlen als Pflanzenfaſern betrachten, welche durch eine Art Gährungsproceß eine Entmiſchung erlitten haben. Es iſt außer allem Zweifel, daß jene kohligen Mineralkörper einſt Pflanzen geweſen ſind, welche, unter einer Erddecke begraben, einer Selbſtentmiſchung preisgegeben wurden, deren Endreſultat eine Concentration ihres Kohlenſtoffgehalts durch verhältnißmäßig bedeutendere Abſcheidung von Sauer- und Waſſerſtoff, als von Kohlenſtoff, war. Die ſo entſtandene natürliche Kohle iſt daher von denjenigen Kohlen weſentlich verſchieden, welche durch eine Zerſetzung von Holz bei erhöheter Temperatur gewonnen werden, ein Beweis, daß erſtere nicht durch die Einwirkung von Feuer entſtanden ſeyn können. — Die Pflanzen, welche das Material zu den Steinkohlen lieferten, ſcheinen bloß

Monocotyledonen geweſen zu ſeyn, Gefäßcryptogamen (Farrenkräuter, Equiſeten, Lycopodien), welche einem heißen Clima angehörten; die Braunkohlen ſind dagegen vielleicht nur allein aus Dicotyledonen entſtanden. Faſeriges foſſiles Holz macht den unmittelbaren Uebergang in die unveränderte Holzfaſer.

Unterwirft man die Steinkohlen einer trocknen Deſtillation, ſo erhält man unter andern Producten eine Kohle als Rückſtand, welche Coak genannt wird. Bei dem Vercoaken zeigt ſich eine auffallende Verſchiedenheit in der äußern Geſtalt der Coaks; einige behalten die Form der Steinkohlen unverändert, bei geringerem Volumen, die zerkleinerten Theile bleiben in einem pulverigen Zuſtande; bei andern ändert ſich auch letzteres nicht, die Theilchen fritten zu einem feſten Klumpen zuſammen; andere endlich blähen ſich auf, bilden eine mehr oder minder lockere Maſſe; jedoch findet eine ſcharfe Grenze überall nicht ſtatt. Nicht ſelten kommen Kohlenarten von verſchiedener chemiſcher Beſchaffenheit miteinander verwachſen, oder in parallelen übereinander liegenden Schichten vor, die meiſt nur dünn ſind, hin und wieder aber auch mehrere Zoll ſtark, durch Kluftflächen zerriſſen und zerſpalten; oft bildet auch die Faſerkohle zwiſchengelagerte Schichten. — Karſten bezeichnet dieſe 3 Varietäten der Steinkohle mit den Namen: Sandkohle, Sinterkohle, Backkohle. Dieſes Verhalten der Steinkohlen hängt mit ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung zuſammen. Sämmtliche Schwarz- und Braunkohlen beſtehen aus Kohlen-, Waſſer-, Sauer- und Stickſtoff; in keiner Steinkohle findet ſich aber Waſſer- und Sauerſtoff in dem Verhältniſſe der Waſſerbildung.

Der wirkliche Gehalt an Kohlenſtoff weicht in den Steinkohlen von 74 bis 97$\frac{0}{0}$ ab. Steinkohlen von geringem Gehalte an Kohlen haben eine mehr braune als ſchwarze Farbe, wenn zugleich die Menge

des Waſſerſtoffs bedeutend iſt. Ausgezeichnet ſchwarze Farbe, verbunden mit beträchtlicher Härte und ſtarkem Glanze, laſſen auf einen großen Kohlenſtoffgehalt und auf einen reichlichen Gehalt an Sauerſtoff ſchließen; iſt aber die Härte und Feſtigkeit geringer, ſo hat das Waſſerſtoffverhältniß zugenommen. Schwarze Farbe, mattes Anſehen, bedeutende Feſtigkeit, nicht unbeträchtliche Härte deuten, bei einem reichlichen Gehalte an Sauerſtoff, eine an Kohlenſtoff weniger reichliche Kohle an. Ueberhaupt, je mehr die Härte abnimmt, deſto größer iſt das Verhältniß des Waſſerſtoffs; je größer die Feſtigkeit, deſto geringer iſt die Menge des Kohlenſtoffs gegen die des Waſſer- und Sauerſtoffs.

Die Backkohlen zeichnen ſich durch eine dunkelſchwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit aus; in ihnen waltet der Waſſerſtoff bedeutend über den Sauerſtoff vor. Der Kohlenſtoffgehalt wechſelt von 50 bis 86%. Sie ſind unter allen Steinkohlenarten die einzig zur Gasbereitung tauglichen, für Roſtfeuerungen aber, wenigſtens die ſtark backenden, darum nicht anwendbar, weil ſie ſo ſehr ſich aufblähen und dadurch die Roſte verſtopfen, den Luftzug hindern. Dagegen können ſie zu häuslichen Feuerungen, für Schmiedefeuer mit Nutzen gebraucht werden (Schmiedekohlen). Sie verbrennen, da ſie wenig Schwefel enthalten, mit weißer Flamme, ohne ſtinkenden Rauch.

Die Sinter- und Sandkohlen haben eine weniger dunkelſchwarze, mehr in's Eiſengraue ſich neigende Farbe; ihre Oberfläche und Bruch iſt oft ſehr glänzend; ſie entzündet ſich viel ſchwerer, brennen mit bläulicher Flamme, mit einem ſchwefligen ſtinkenden Geruche, weil ſie meiſt viel Schwefel enthalten, entzünden ſich, wegen des Schwefeleiſens, nicht ſelten in Gruben und Magazinen von ſelbſt. In dieſen Kohlen iſt der Gehalt an Waſſerſtoff ge-

Digitized by Google

gen den Sauerſtoffgehalt zurückſtehend, überhaupt der Kohlenſtoff mehr vorwaltend, 52 bis 95%, letztere in den Sandkohlen. Man bedient ſich der in Backkohle übergehenden Sinterkohle zum Flammofenbetriebe mit Nutzen, eben ſo für das Anfeuern von Kalk-, Ziegel-, Gyps-, Steingutöfen, zum Erzröſten, zum Heizen von Backöfen, Stubenöfen; zu letzterm Behufe pflegt man auch wohl das Grubenklein mit Thonſchlämpe in Ballen zu formen und getrocknet zu verbrennen. — Sandkohle, mit dem geringſten Kohlenſtoffgehalte, iſt die ſchlechteſte Kohle.

Die Braunkohlen backen nie, ſie behalten auch im verkohlten Zuſtande ihre Form bei; ihr Kohlenſtoffgehalt wechſelt von 67 bis 74%. Sie werden zu Roſtfeuerungen, als Keſſel- und Pfannenfeuerungen, in mannichfaltigen Siedereien, in der Hauswirthſchaft, für Stubenöfen gebraucht, zu welchem Ende Erdkohle mit Waſſer zuſammengemengt wird, aus welchem Teige man Ziegel ſtreicht, die getrocknet verbrannt werden. Bei'm Brennen iſt die Menge der Aſche, beſonders von der Erdkohle, beträchtlich, ſo wie der üble Geruch läſtig.

Je größer der Kohlenſtoffgehalt der Steinkohlen, deſto dicker iſt die Conſiſtenz des durch eine Deſtillation zu gewinnenden Theers. Die Sandkohlen geben alſo mehr wäſſrige Flüſſigkeit, als die Sinter- und Backkohlen; die Menge ſich erzeugender Gaſe ſteht mit dem Kohlenſtoffgehalte der Steinkohlen im umgekehrten Verhältniſſe. Bei Anwendung einer ſehr ſchwachen, langſam bis zum Glühen verſtärkten Hitze wird mehr Waſſer, weniger Oel, mehr Gas erzeugt, welches aber weniger leuchtet, als bei raſch vermehrter Hitze; je backender die Steinkohlen, deſto mehr nimmt das Verhältniß des ölerzeugenden Gaſes in dem Gasgemenge zu. Nur Sand- und Sinterkohlen, bei denen der Kohlenſtoffgehalt gering iſt,

werden vor der Rothglühhitze zerſetzt; ölige Flüſſigkeiten entwickeln ſich erſt in der Dunkelrothglühhitze.

Zweites Capitel.

Von der Verkohlung der Steinkohlen.

Um die Anwendbarkeit einer Steinkohle zum Vercoaken zu beurtheilen, muß auf den Aſchengehalt, die Zerklüftung, Einlagerung von Faſerkohle Rückſicht genommen werden. Backkohlen haben vor den Sinter- und beſonders vor den Sandkohlen den großen Vorzug, daß ſie durch die letzten Verhältniſſe zum Vercoaken nicht untauglich werden, weil die vor dem Verkohlen getrennten einzelnen Theile, aus denen die Kohlenmaſſe beſteht, bei'm Vercoaken zuſammenſchmelzen und daher Coaks in großen Stücken liefern können, es ſey denn, daß ſie mit Schichten von Faſerkohle zu ſtark durchzogen, oder daß die Klüfte ſtark mit fremdartigen Beimengungen ausgefüllt wären. Sinterkohlen, die durch feine Riſſe und Klüfte ſehr zerſpalten ſind, wenn ſie nicht etwa bedeutend zu den Backkohlen hinneigen, noch mehr Sandkohlen, eignen ſich zum Vercoaken durchaus nicht, weil ſie in kleine Stücke zerfallen, die in Schachtöfen nicht benutzt werden können. Sandkohlen, von einem Kohlenſtoffgehalte von 90%, ſind als natürliche Coaks zu betrachten und laſſen ſich unter Umſtänden als ſolche anwenden, wenn ſie eine homogene Maſſe bilden und nicht zerſpringen (— Anthracit der Amerikaner —).

Dagegen ſind Sinter= und Sandkohlen von gerin= gem Kohlenſtoffgehalte, die wenigſtens in 4 bis 5 Zoll ſtarken Lagen gleichartig bleiben, nicht zerklüftet ſind, ſehr gut zur Vercoakung anwendbar; allein die aus ihnen erzeugten Coaks ſind ſehr dicht, feſt, erfor= fordern eine große Windmenge. Kohlen, die bei'm Verbrennen 5$\frac{0}{0}$ Aſche und darüber hinterlaſſen, geben für Eiſenhohöfen ſehr wenig brauchbare Coaks.

Die Coaks ſind leichter, als die Steinkohlen, grauſchwarz von Farbe, von ſchwachem Seidenglanze, ausgezeichnet porös, möglichſt von Schwefel frei. Sie erfordern zum Brennen einen größern Luftzug, als Steinkohlen, indem ſie reine Kohlen ſind, letztere aber noch Waſſer= und Sauerſtoff enthalten, weshalb die Oefen höher ſeyn, die Gebläſe mehr Wind in den Ofen treiben müſſen. Bei gleichem Volumen verhält ſich die Wirkung der Holzkohlen zu der der Coaks bei'm Verſchmelzen der Eiſenerze in Schachtöfen = 1 : 2, bei gleichem Gewichte = 2 : 3; in Cupolöfen im erſten Falle = 23,1 : 100, im letzten Falle = 71,2 : 100.

Die Coaks von Backkohlen ſind locker, ſchwam= mig, dem Durchgange der Luft zugänglich; Coaks aus Sinterkohlen dagegen bilden ſchon eine dichtere, feſte Maſſe; die von Sandkohlen endlich ſind dem Durchzuge der Luft ſehr ungünſtig; dagegen können die erſteren aber auch durch ihre Lockerheit unbrauch= bar werden, weil ſie ſchon bei'm Aufeinanderliegen großer Maſſen durch ihr eignes Gewicht zerdrückt werden, noch weit mehr in hohen Schachtöfen durch die Laſt des Erzes. Man kann daher lockere Coaks nur in niedrigen Schachtöfen anwenden, dann aber auch mit ſehr günſtigem Erfolge. Kleine Kohlen, wie ſie bei'm Steinkohlenbergbaue in großer Menge abfallen, ſind nur dann zum Vercoaken geeignet, wenn es

Digitized by Google

Backkohle iſt; ſind die kleinen Kohlen aber mit Letten, Schieferthon, Faſerkohle verunreinigt, ſo werden die daraus darzuſtellenden Coaks durch einen zu großen Aſchengehalt unbrauchbar.

Das Vercoaken, gewöhnlich, aber nicht mit Recht, Abſchwefeln genannt, geſchieht ſowohl in Meilern, Haufen, als auch in Oefen; im letztern Falle, um theils die Dämpfe zu condenſiren, theils beſonders die Gaſe aufzufangen und zu benutzen. Kleine Kohlen werden gewöhnlich in Oefen verkohlt; für die Stückkohlen bedient man ſich faſt nur der Meilerverkohlung.

1) Verkohlen der Steinkohlen in Meilern. — a) Vercoaken der Stückkohlen. — Früher ſetzte man die Steinkohlen, wie das Holz, in runde Meiler von 10 bis 15 Fuß im Durchmeſſer, ſo daß die Kohlen in der Peripherie nur 6 bis 8 Zoll, in der Mitte aber 18 bis 24 Zoll hoch übereinander lagen; man bedeckte den kegelförmigen Meiler mit Stroh oder Laub, darüber mit Erde oder Löſche. Bald fand man, daß, um den zu ſtarken Luftzutritt abzuhalten, ganz kleine Kohlen ausreichen, und daß es hinlänglich iſt, die vercoakten Stellen mit Löſche zu bedecken. Statt der runden Meiler ſtellt man jetzt die zu verkohlenden Steinkohlen in langen Haufen ohne Decke auf, um eine größere Menge auf einmal verkohlen zu können; allein die Erfahrung hat gelehrt, daß dabei durch's Verbrennen ein bedeutender Verluſt ſtattfindet. Ein trockner, ebner Platz bildet die Verkohlungsſtätte; einem ſandigen Boden giebt man eine 6 Zoll hohe Decke aus einem Gemenge von Lehm und kleinen Staubkohlen. Nach der Längenachſe des Haufens, den man aufbauen will, wird eine Schnur gezogen; längs dieſer werden zu beiden Seiten, in Entfernungen von 2 zu 2 Fuß (bei leicht entzündlichen Kohlen in weiteren Entfernungen), 2

bis 2½ Fuß lange Pfähle eingeſchlagen, welche nach der Aufſtellung des Haufens ausgezogen werden, und die Puncte angegeben, an denen derſelbe angezündet wird. Die größten Kohlenſtücke werden längs der Schnur gegeneinander geneigt aufgeſtellt, wodurch ein in der Längenachſe des Haufens fortlaufender Luftcanal gebildet wird. An dieſe größten Stücke lehnen ſich dann die folgenden Reihen der Kohlenſtücke zu beiden Seiten in immer kleineren Dimenſionen an, aber ſo, daß Zwiſchenräume möglichſt vermieden werden; die kleineren Kohlenſtücke dienen zur Ausfüllung derſelben, die kleinſten, von 2 bis 3 Cubikzoll, als Decke. Die Breite der Haufen pflegt 10 bis 12 Fuß zu ſeyn, die Länge 100 bis 150 Fuß; doch iſt die Länge außerweſentlich und richtet ſich nach dem Oertlichen. Durch die abnehmende Größe der Steinkohlen von der Mitte nach den Seiten erhält der Haufen im Querdurchſchnitte die Geſtalt eines Tonnengewölbes; die Höhe beträgt in der Mitte 16 bis 22 Zoll und vermindert ſich zu beiden Seiten bis zu 6 und 4 Zoll. Auf die untere Schicht wird nie eine zweite regelmäßige Schicht aufgetragen, ſondern man bedeckt ſie mit Steinkohlenſtücken; vergleiche Fig. 23. Iſt der Haufen vollſtändig geſetzt und ſind die Pfähle ausgezogen, ſo werden in die dadurch gebildeten kleinen Schächte brennende Steinkohlen geworfen, wodurch der ganze Haufen in Zeit von 4 bis 6 Stunden in Brand geräth. Währenddem iſt nur nöthig, daß man Obacht giebt, wo die Flamme nachläßt und Veraſchung eintreten will; dieſe Stellen werden ſogleich, um das Feuer zu erſticken, mit Löſche beſchüttet. Die Zeit, wie lange ein Haufen brennen muß, hängt von der Natur der Kohlen ab; ſehr backende Kohlen erfordern vom Anzünden bis zum Bedecken der letzten Stelle 36 bis 48 Stunden,

Digitized by Google

weniger backende 12 bis 16 Stunden; bei Froſtwet- ter, heiterer Luft und Wind erfolgt das Vercoaken ſchneller, als bei ſtiller Luft und Regenwetter; ſtar- kes Dampfen zeigt eine mehr backende, lockere Kohle an, bei ſchwachem erhält man gewöhnlich dichte und feſte Coaks. Ehe das Feuer erliſcht, muß der mit Löſche bedeckte Haufen 3 bis 4 Tage lang ſtehen; dann werden die Coaks von den kurzen Seiten des Haufens gezogen. So einfach auch dieſes Verfahren iſt, ſo mangelhaft iſt es, indem durch's Verbrennen ein beträchtlicher Kohlenverluſt ſtattfindet; man hat daher die ältere Verkohlungsart in runden Meilern mit einigen Modificationen an mehreren Orten wie- der eingeführt, und es wird wahrſcheinlich die Holz- verkohlung nach und nach ganz aufgegeben werden. Das neuere Verfahren beſteht darin, daß man, nach Wilkinſon's Angaben, in der Mitte des runden Meilers eine nach Oben zu coniſch verengte Eſſe aus Ziegelſteinen, 6 Zoll ſtark, aufführt, um welche die zu verkohlenden Steinkohlen in concentriſchen Reihen aufgeſtellt werden. Die Höhe derſelben hängt von der Höhe ab, welche man dem Meiler in der Mitte geben will, 3½ Fuß, weil, wenn man den Meiler höher bauen wollte, die Coaks zerdrückt werden wür- den. Die Eſſe wird einige Zoll höher gemacht, unten etwa 12, oben 6 Zoll weit, oder 15 und 8; oben legt man einen gußeiſernen Kranz auf's Mauerwerk, um eine Platte aufdecken zu können. Die Mauer der Eſſe iſt, durch Ausſparen der Ziegel bei'm Auf- mauern, mit concentriſchen Reihen von Oeffnungen bis zur Höhe des Meilers verſehen, um das Innere des letztern mit der erſtern zu verbinden. Das Auf- ſtellen der Kohlen geſchieht in kreisförmigen Reihen rings um die Eſſe, nach Außen die kleinen Kohlen; an der Sohle des Meilers bildet man von der Pe-

Digitized by Google

ripherie nach dem Eſſenſchachte führende Züge, Luftcanäle, wie bei der Holzverkohlung; größere Meiler und ſchwer entzündliche Kohlen erfordern mehr Luftcanäle, als kleine Meiler und leicht entzündliche Kohlen. Ein Meiler mittlerer Größe, von 18 Fuß im Durchmeſſer, erhält 6 bis 8 Luftcanäle. Fig. 22 ſtellt einen ſolchen im Durchſchnitte dar. Auf die unterſte Schicht Kohlen kommt eine zweite, dritte, bis der Meiler $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch iſt; im Uebrigen verfährt man, wie bei den Haufen; auf die Sohle des Eſſenſchachts wirft man trockne Holzſpäne und zündet ſie von Oben an. Die Behandlung des Meilers bei'm Verkohlen iſt verſchieden: nach dem einen Verfahren, welches nur bei ſtark backenden Kohlen anwendbar iſt, bedeckt man den fertig geſetzten Meiler 3 Zoll dick mit angefeuchteter Kohlenlöſche, ſo daß Flamme und Rauch nicht durchdringen, ſondern nur durch den Eſſenſchacht abgeführt werden; der Meiler bleibt ſo lange im Treiben, als noch Rauch und Flamme ſich zeigen; darauf wird der Eſſenſchacht bedeckt, alle Oeffnungen geſchloſſen, um das Feuer zu erſticken; nach drei Tagen werden die Coaks gezogen. Ein anderes Verfahren beſteht darin, keine Decke zu geben; man bedeckt nach und nach die Stellen, wo keine Flamme mehr erſcheint; ſobald ſich Flamme und Rauch aus der Eſſe erheben, wird ſie zugedeckt. Man verfährt im Uebrigen, wie bei der Holzverkohlung, nur daß hier das Feuer von Innen nach Außen geleitet wird, wodurch im Durchſchnitte $5\frac{0}{0}$ Coaks mehr gewonnen werden. Sind alle Puncte des Meilers mit Löſche beworfen, ſo wird die Platte vom Eſſenſchachte abgenommen, damit die ſich noch entwickelnden Dämpfe abziehen können, während die Luftcanäle den Zug reguliren. Steigt keine bläuliche Flamme mehr aus der Mündung der Eſſe auf, etwa 24 Stunden nach

gänzlicher Bedeckung des Meilers, ſo wird die erſtere und alle Canäle ſorgfältig geſchloſſen, um das Feuer zu erſticken. Bei dieſem Verfahren wird die Decke ſchon vor der vollendeten Verkohlung gegeben und dieſe durch die Zuglöcher und die Eſſe bewirkt.

b) Vercoaken der kleinen Kohlen, Staubkohlen, in Haufen iſt wenig gebräuchlich; es findet faſt überall in Oefen ſtatt.

2) Verkohlen der Steinkohlen in Oefen. — a) Vercoaken der Stückkohlen. — Man wählt hierzu ſchwach backende Steinkohlen, theils weil ſie viel condenſirbare Theerdämpfe entwickeln, theils weil ſie ſich in Oefen leichter verkohlen laſſen und keinen ſo ſtarken Luftzutritt erfordern, als Sinter- und Sandkohlen; Kohlen, welche ſich ſtark aufblähen, ſind hierzu kaum geeignet, weil ſie dem Luftzutritte hinderlich und weil es ſchwierig ſeyn würde, die zuſammengebacknen Coaks aus dem Ofen zu ſchaffen. Man bedient ſich zu dieſem Behufe runder Schachtöfen. — Fig. 10 ſtellt einen ſolchen dar. a der Kernſchacht aus feuerfeſten Ziegeln; die Umfaſſungsmauern ſind aus Ziegelſteinen aufgeführt. b, b ein gußeiſerner Kranz, auf welchen eine gußeiſerne Platte c gedeckt wird. Die Sohle des Ofens iſt maſſiv. Durch eine Oeffnung an der Seite d werden die Kohlen in den Ofen eingetragen und die Coaks ausgezogen; ſie iſt während des Proceſſes vermauert und von Außen durch eine eiſerne Thür geſchloſſen. In der Umfangsmauer ſind 4 horizontale Reihen von Zuglöchern, e, e, e, gewöhnlich eiſerne Röhren; die unterſte Reihe liegt mit der Ofenſohle in einer Ebne; jede liegt etwa um $1\frac{1}{2}$ Fuß höher, als die andere. Nahe der Mündung des Schachts iſt eine eiſerne Röhre f, von 8 bis 10 Zoll im Durchmeſſer, angebracht, welche die bei'm

Digitized by Google

Vercoaken ſich erzeugenden Dämpfe nach den Condenſationsgefäßen ableiten ſoll; letztere beſtehen theils in großen hölzernen Kühlfäſſern, theils in gemauerten Condenſationskammern.

Zu unterſt bringt man etwas trocknes Holz; darauf trägt man die Kohlen durch die Eintragthür, iſt dieſe dann zugeſetzt, durch die Schachtmündung ein, ſpart aber in der verlornen Mauer einen Canal zum Anzünden des Holzes aus. Iſt der Ofen bis an die Dampfröhre gefüllt, ſo wird die Mündung des Schachts mit der Platte geſchloſſen, die Fugen mit Lehm verſtrichen, das Holz angezündet, die 3 obern Reihen der Luftcanäle geſchloſſen, die untere allein geöffnet. Nach 10 Stunden zeigt ſich das Feuer durch die zweite Reihe der Zuglöcher, daher man die unterſte ſchließt, dieſe öffnet; ſo fährt man von 10 zu 10 Stunden fort, bis die vierte geöffnet worden, welche aber nur etwa 3 Stunden offen bleibt. Nach 12 Stunden, während welcher Zeit der Ofen feſt verſchloſſen geblieben, werden die glühenden Coaks ausgezogen und mit Waſſer gelöſcht. Die Kohlen dürfen im Ofen nie flammen, ſondern bloß glühen; auf der Windſeite müſſen die Regiſter wenig oder gar nicht geöffnet werden; wird die Farbe der glühenden Kohlen, ſtatt dunkelfeuerroth, hellroth, wohl gar weiß, ſo müſſen die Zuglöcher geſchloſſen werden. Die in Oefen erzeugten Coaks ſind immer dichter, feſter, als die in Haufen und Meilern erhaltenen, weil ſie ſich weniger ausdehnen können; daher erhält man auch dem Raume nach weniger Coaks in Oefen, als in Haufen und Meilern; dem Gewichte nach dürfte es aber wohl ziemlich gleich ſeyn. Wo die Nebenproducte von der Vercoakung größern Werth haben, als die Koſten der Anlage und Unterhaltung der Oefen und der Betrag der höhern Arbeitslöhne,

Digitized by Google

würde das Verkohlen der nicht zu ſehr backenden Steinkohlen in Oefen zu empfehlen ſeyn.

b) Die Verkohlung der kleinen Kohlen geſchieht auf überwölbten Heerden, nach Art der Backöfen, mit einem noch flachern Gewölbe conſtruirt. Man giebt ſolchen Oefen, deren mehrere nebeneinander angelegt werden, eine vom Kreiſe wenig abweichende elliptiſche Form, damit die vordere Oeffnung nicht zu groß ausfalle; man pflegt die Dimenſionen ſo zu nehmen, daß 10 bis 13 Cubikfuß Staubkohlen in einer Lage von 6 Zoll Höhe auf der Heerdſohle ausgebreitet werden können. Je flacher das Gewölbe ſeyn kann, welches hauptſächlich von der Beſchaffenheit des Baumaterials abhängt, deſto günſtiger iſt der Erfolg des Vercoakens. Man fertigt daſſelbe aus feuerfeſtem Thone, oder Mauerziegeln, aus feuerbeſtändigem Sandſteine; Kalkmörtel kann wegen der ſich aus den Steinkohlen entwickelnden ſchwefligen Säure, die in Schwefelſäure übergeht, nicht angewendet werden. Man bedeckt das Gewölbe mit einer Lehmſchicht, darüber mit Sand, um die Abkühlung durch die äußere umgebende Luft abzuhalten.

Fig. 20 und 21 ſtellen einen ſolchen Ofen dar, wie er zu Zabrze in Oberſchleſien zum Vercoaken kleiner Kohlen angewendet wird; Fig. 20 Grundriß, Fig. 21 ſenkrechter Durchſchnitt des Ofens nach der punctirten Linie AB Fig. 20. a Füllung von Sand, Ziegelſchutt unter dem Heerd, b das Gewölbe aus Steinen, c die Lehmdecke, d Beſchüttung mit Sand, e Oeffnung in der Vorderwand zum Eintragen der Kohlen, Ausziehen der Coaks, welche auf der ſchiefen Ebene f herabgezogen werden. Ueber dieſer Oeffnung ziehen die Flamme und die Dämpfe durch einen Schlitz in der Vorderwand ab; ſtatt deſſelben iſt g eine ſchmale Oeffnung. Nicht ſelten führt auch eine

Oeffnung in der Seitenmauer des vordern Gewölbes h die Flamme und Dämpfe nach einem ſeitwärts ſtehenden Schornſteine; i ein Quereiſen vor der Eintragöffnung zum Auflegen der Werkzeuge. Man bringt den Ofen durch's Verbrennen von kleinen Stückkohlen in Hitze und trägt dann die obige Menge Staubkohlen ein, breitet ſie auf dem Heerde in gleicher Höhe aus, worauf ſie in Brand gerathen. Wenn das Rauchen aufhört, keine Flamme mehr erſcheint und ſich auf der Oberfläche der Kohlen eine weiße Flugaſche bildet, dämpft man die Gluth mit Waſſer, zieht die Coaks aus und löſcht ſie vollends mit Waſſer. Der Verkohlungsproceß dauert 6 Stunden, die Arbeit geht ununterbrochen Tag und Nacht, bis etwanige Reparaturen einen Stillſtand nöthig machen. Man giebt dem Ofen zuweilen auch die Einrichtung, daß über der Mitte des Gewölbes eine kurze Eſſe ſich erhebt, durch welche die Dämpfe abziehen; man conſtruirt auch den Ofen einförmig, an beiden ſchmalen Seiten befinden ſich dann Oeffnungen zum Einſetzen der Kohlen und Ausziehen der Coaks, und die Heerdſohle iſt von der Mitte aus nach dieſen Oeffnungen hin ſchwach geneigt. Letztere ſind mit eiſernen Rahmen verſehen und mit eiſernen Schiebeplatten geſchloſſen, die mittelſt eines Hebels und Gegengewichte auf- und abbewegt werden können; in den Platten ſind mehrere Löcher angebracht, um Luft zuzulaſſen. Das Eintragen der Kohlen erfolgt abwechſelnd auf der einen und auf der andern Seite, und man richtet ſich mit der Arbeit überhaupt ſo ein, daß die eine beſetzt wird, während auf der andern die Verkohlung noch nicht vollſtändig erfolgt iſt.

Der Steinkohlentheer, ſey er bei der Gasbereitung gewonnen, oder bei'm Vercoaken in den Verkohlungsöfen, iſt bald dünn-, bald dickflüſſig,

Digitized by Google

dunkelbraun, ſchwarzbraun von Farbe, ſtinkt, beſteht aus nicht ſaurem Brandharze, welches in Brandölen aufgelöſ't iſt, enthält auch Ammoniak, Parafin, Eupion ꝛc.; bei einer Deſtillation geht neben vielem Waſſer, Ammoniak, ein dunkelgelbes Brandöl über, Kohlentheeröl, welches mit Waſſer rectificirt, unter Hinterlaſſung von Brandharz, blaßgelb gewonnen wird (das Nähere ſiehe bei den ätheriſchen Oelen). Der in Gasbereitungsanſtalten gewonnene Theer enthält auch Naphtalin, nicht der gemeine Steinkohlentheer. Sollen dem Theere die wäſſerigen Theile genommen werden, ſo geſchieht es durch Deſtillation, wobei man als Neberproduct Theeröl erhält und ammoniakaliſches Waſſer. Man pflegt dabei auf $\frac{4}{7}$ einzudicken.

Man verwendet den verdichteten Steinkohlentheer zum Theeren von Holzwerk, Mauerwerk; er dringt tiefer in das Holz, als Holztheer, indeß muß der Anſtrich einige Mal wiederholt werden; neuerdings wird zur Conſtruction der platten Dächer, nach Dorn's Angaben, viel Steinkohlentheer verbraucht. Man kann ſich des eingekochten Steinkohlentheers zur Anfertigung von Kitt, von Trottoirplatten bedienen. Noch ſtärker eingedickt, ſo daß von 10 Theilen rohem Theere $3\frac{1}{3}$ übrig bleiben, erhält man ein geruchloſes Hartpech. In den Gasbereitungsanſtalten verbrennt man den Theer unter den Retorten, wenn nicht anderweitiger Abſatz zu machen iſt. Rutter empfahl, ihn mit Waſſerdampf zuſammen zu verbrennen, wodurch nicht allein alles Rauchen vermieden, ſondern auch eine größere Hitze erzeugt werden ſoll, indem ſich das Waſſer zerſetzt und ſeinen Sauerſtoff an den brennenden Theer abgiebt, während der Waſſerſtoff eine Vergrößerung der Flamme bedingt. In neueſter Zeit hat man in England angefangen, Theeröl in Lampen zu brennen, welche ſo ein-

Digitized by Google

gerichtet ſind, daß ein Luftſtrom mittelſt eines Gebläſes mitten durch die Flamme getrieben wird, Beale's Lampe.

Steinkohlenruß. Weil der Rauch bei'm Vercoaken der Steinkohlen einen Antheil fein zertheilter Kohle mit ſich fortreißt, ſich auch wohl chemiſch verbundener Kohlenſtoff aus den Kohlenwaſſerſtoffverbindungen durch die Glühhitze ausſcheidet, ſo hat man mit der Vercoakung der Steinkohlen hie und da auch Rußfabrication verbunden, indem man den zur vordern Oeffnung des Verkohlungsofens ausſtrömenden dicken Rauch durch nicht zu enge Züge in große Kammern leitet, die miteinander verbunden ſind. Die letzte derſelben iſt oben mit einer Kappe von Sackleinwand geſchloſſen, durch welche die Gaſe entweichen und der Zug ſtattfindet; an derſelben legt ſich der feinſte Ruß an. Man benutzt auch, ohne auf Coaks Rückſicht zu nehmen, die backenden Staubkohlen zur Rußbereitung; man läßt ſie in dazu eigens angelegten Oefen recht langſam verbrennen, wobei viel Rauch entſteht, welcher in den Kammern Ruß abſetzt; ſo geſchieht es bei Saarbrücken, im Regierungsbezirke Trier. Auf die Menge und Güte des Rußes hat, außer der Beſchaffenheit der Steinkohlen, die Temperatur bei'm Schwelen Einfluß; iſt ſie zu niedrig, ſo iſt der Ruß ſchwer, von mittler, ſelbſt ſchlechter Beſchaffenheit; iſt es ſehr windig, ſo gewinnt man bedeutend weniger, aber von guter Qualität; das Gegentheil findet bei regneriſchem Wetter ſtatt. Eben ſo nachtheilig ſind feuchte Wände in den Condenſationskammern; trockenes und kaltes Froſtwetter iſt am Günſtigſten für die Rußfabrication. Nach 3 Wochen ſteten Feuers wird der Ofen und die Kammern abgekühlt, der Ruß geſammelt; zu dem Ende wird der Ofen geſchloſſen, die Oeffnungen, welche von Außen nach den Kammern führen, geöffnet, der

Digitized by Google

Ruß auf einen Haufen zuſammengefegt, damit er mit der Luft möglichſt wenig in Berührung bleibe, wodurch Selbſtentzündung bedingt wird. — Er wird dann geſiebt und in Säcken, deren Poren durch Aufpinſeln von Thonſchlämpe äußerlich verſchloſſen worden ſind, eingeſtampft. Durchſchnittlich gewinnt man 3,3% Ruß und 40 — 50% Coaks, woraus genüglich einleuchtet, daß nur auf Koſten der Coaksgewinnung die Rußbrennerei getrieben wird.

Digitized by Google

Vierter Abſchnitt.

Von der Darſtellung der Knochenkohle.

Um Knochenkohle zu bereiten, bedient man ſich gußeiſerner Calcinirtöpfe, von verſchiedener Form, die man in eigens dazu conſtruirten Oefen aufſtellt. Sie ſind cylindriſch geſtaltet, mit einem angegoſſenen vertieften Rande an der Mündung, ſo daß, aufeinandergeſtellt, der Boden des obern den Deckel des untern abgiebt und nur der oberſte einer Säulenreihe eines eigenen Deckels bedarf. Ein Topf faßt 20 — 25 Pfund Knochen. Sind die Töpfe, gefüllt übereinander aufgeſtellt, ſo verſtreicht man die Fugen mit einem Gemenge von Lehm und Pferdeäpfeln.

Die Brennöfen ſind theils ſtehende, theils liegende; erſtere von gleicher Conſtruction mit den Fayenceöfen, letztere mit den gewöhnlichen Töpferöfen. Da in denſelben die ſtinkenden Gaſe und

Digitized by Google

Dämpfe nur zum Theil verbrannt werden, zum Theil aber mit dem Rauche des Brennmaterials entweichen und einen abſcheulichen Geſtank umherverbreiten, ſo pflegt man wohl dieſelben dadurch zu zerſtören, daß man ſie unter den Roſt einer angebauten Feuerung leitet, auf welchem mit trockenem Holze gefeuert wird. Durch den kräftigen Zug in dieſem mit einem gehörig hohen Schornſteine verſehenen Ofen wird eine vollkommene Verbrennung jener ſtinkenden Gaſe und Dämpfe bewerkſtelligt, wodurch kohlenſaures, ſchwefligſaures Gas, Stickſtoffgas und Waſſerdämpfe reſultiren. Die Anlage eines ſolchen rauchverzehrenden Ofens iſt durchaus erforderlich, wenn eine Knochenverkohlungsanſtalt in einer bewohnten Gegend einer Stadt angelegt werden ſoll.

Da im ſtehenden Ofen die ſtärkſte Hitze an der Sohle, bei den liegenden aber am Gewölbe iſt, ſo bringt man bei'm Einſetzen der Calcinirtöpfe diejenigen, in denen die ſtärkſten Knochen ſich befinden, bei erſteren nach unten, bei letzteren nach oben, um eine gleichförmige Verkohlung zu erreichen. Die Zahl der Töpfe, welche in einen Ofen eingeſetzt werden können, richtet ſich natürlich nach der Größe des letzteren; ſie beträgt 100 bis 150, ſo daß im erſtne Falle etwa 2000 bis 2500 Pfund, im letzteren 3000 bis 3750 Pfund Knochen auf ein Mal calcinirt werden. Man brennt trockenes Holz, welches eine ſtarke Flamme giebt, dem eiſernen Topfe nicht zu ſehr nachtheilig iſt und die Säulen der aufgeſetzten Töpfe kräftig umſpielt, aber auch Steinkohlen, Torf; man ſchürt 4 bis 5 Stunden lang, dann ſchließt man die Schornſteinplatte und die Thür, durch welche die Luft zum Feuer ſtrömt, wodurch im Ofen noch zehn Stunden lang eine ziemlich bedeutende Temperatur erhalten wird. Hier-

auf öffnet man beide wieder, um den Ofen durch einen Luftſtrom abzukühlen, ſo daß nach acht Stunden die vermauerte Eintragthür aufgebrochen und nach Verlauf von ſechs bis acht Stunden die noch heißen Töpfe ausgetragen werden können. Gleich darauf wird der Ofen mit vorher während des Brandes gefüllten Töpfen wieder beſetzt und zu einem neuen Brande geſchritten.

Beſchreibung des auf Tafel II, Figur 16 bis 19 dargeſtellten Knochenverkohlungsofens. Fig. 16 Durchſchnitt des Ofens nach der Linie VV Figur 17; Figur 17 Durchſchnitt nach WW Figur 16; Figur 18 Durchſchnitt XX, Figur 16. Figur 19 Durchſchnitt nach YY, Figur 16. a Heizthür des Ofens, b der Roſt, c der Aſchenfall. In dem Raume d werden die Töpfe durch die Thür e eingetragen, welche nachher vermauert und mit einem verſchließbaren Schauloche verſehen wird. Nahe vor der Hinterwand des Ofens iſt die Mauer f aufgeführt, welche mit kleinen Oeffnungen g g verſehen iſt, wodurch die Flamme genöthigt wird, ſich vielfach zu theilen. Von hier aus zieht der Rauch durch h in den Aſchenfall i unter den Roſt einer Hülfsfeuerung k. Iſt der Knochenofen im Gange, ſo wird der Aſchenfall vorn vermauert, und es kann dann der Rauch nur durch den Roſt k und das darauf brennende Feuer zu dem Schornſteine durch den Fuchs l gelangen. m, eine eiſerne Platte über der Hülfsfeuerung, dient zum Trocknen ausgewaſchener Knochenkohle, auch zum Wiederbeleben; dann muß aber ſtark gefeuert und die vordere Oeffnung des Aſchenfalls i aufgebrochen werden.

Die Kohleu werden aus dem Topfe geſchüttet, wenn ſie ganz kalt geworden ſind; die Kohle beträgt 50 bis 60% vom Gewichte der Knochen.

Digitized by Google

Ehe aber zur Pülverung geſchritten wird, ſortirt man dieſelben, um diejenigen zu entfernen, welche weiß gebrannt ſind. Wenn nämlich die atmoſphäriſche Luft, ſey es durch ſchlecht verſtrichene Fugen, oder durch Sprünge in den Topf Zutritt bekommt, ſo wird der Kohlenſtoff verbrennen, und dann erſcheint der Knochen weiß gebrannt. Solche Stücke ſchaden der Schwärze. Die Knochenkohle wird hierauf entweder bloß gekörnt, oder fein gerieben. Das Zerreiben oder Präpariren der verkohlten Knochen geſchieht alſo: man zerkleinert dieſelben erſt durch ein Paar gußeiſerne geriffelte Walzen, zwiſchen welche ſie aus einem Trichter (Mühlrumpf) herabfallen Die ſo vorbereiteten, grob gepülverten Kohlen fallen nun, durch einen zweiten Trichter und durch die mittlere Oeffnung im Läufer, zwiſchen ein Paar Mühlſteine, welche dieſelben fein zermahlen. Der Läufer macht 120 Umdrehungen in der Minute. Statt der horizontalen Mühlſteine bedient man ſich auch der verticalen, welche, an eine verticale Welle durch Arme befeſtigt, auf einer feſten horizontalen Bahn umlaufen. Das Kohlenpulver wird dann auf Siebmaſchinen geſiebt, gebeutelt und das gröbere wieder auf die Mühle gegeben.

In neuerer Zeit hat man angefangen, die Knochenkohle nicht als feines Pulver, ſondern im gekörnten Zuſtande anzuwenden. Sie wird zu dem Ende theils unter verticalen Steinen zerbrochen und abgeſiebt, oder man läßt dieſelbe zwiſchen zwei eiſerne Quetſchwalzen fallen, welche mit ſtumpfeckigen Erhabenheiten verſehen ſind. Ueber den Walzen liegen zwei Siebe ſchräg gelagert, ein gröberes, welches das Gröbſte, ein feineres, welches den Staub vom gehörig gekörnten Schwarz ſondert. Die paſſende Größe iſt die einer Linſe, oder wie Geſchütz-

Digitized by Google

pulver. Beide Sorten Knochenkohle kommen unter dem Namen Beinſchwarz (spodium) in den Handel und dienen zum Raffiniren des Zuckers, bei der Darſtellung des Runkelrübenzuckers.

Soll das verkohlte Product als feine ſchwarze Farbe angewendet werden, ſo wählt man dazu die Kohle von Hammelknochen, mahlt dieſe mit Waſſer unter verticalen Steinen längere Zeit, bis der ſchwarze Brei die höchſte Feine erlangt hat. Man formt dann aus demſelben kleine Kuchen, trocknet die Maſſe in den Formen in einer Trocknenſtube und bringt ſie dann entweder in dieſer Form, oder nochmals trocken zerrieben in den Handel. Die ſchönſte Schwärze liefert unſtreitig die Kohle von Elfenbein, ſchwarzgebranntes Elfenbein (obſchon auch die gewöhnliche Knochenkohle dieſen Namen führt). Man verkohlt die Späne von Elfenbein, die Endſpitzen, überhaupt ſämmtlichen Abfall, ſowohl in verſchloſſenen Tiegeln, deren Deckel gut lutirt und mit einer kleinen Oeffnung in der Mitte verſehen ſind, als auch in einem eiſernen Cylinder, mit feſt anſchließendem, lutirtem Deckel und einer Oeffnung; die Kohle wird mit Waſſer zerrieben und auf dem Reibſteine präparirt. Das ächte Elfenbeinſchwarz zeichnet ſich durch eine reine und tiefe ſchwarze Farbe aus, ohne Stich in's Bräunliche und Bläuliche, ſo wie durch die möglichſt feinſte Zertheilung, deren daſſelbe fähig iſt. Es wird in der Oelmalerei gebraucht. (Ein ſehr ſchönes Schwarz liefert auch die Indigokohle). — Für die Kupferdrucker bereitet man eine Sorte Schwärze, Druckerſchwärze, durch's Glühen von getrocknetem Blute, oder Hornſpänen mit gereinigter Pottaſche, ſorgſames Auslaugen des blauſauren Kali's und Zerreiben des kohligen Rückſtandes mit Waſſer.

Ergänzungen.

Zu S. 35.

Vorbereitung des Holzes zur Anwendung als Brennmaterial.

Da ſowohl der pyrometriſche Wärme-Effect, als auch die Brennbarkeit und Flammbarkeit des Holzes durch den Feuchtigkeitsgehalt deſſelben ſehr beeinträchtigt werden, ſo ſtellt es ſich als Nothwendigkeit heraus, das Brennholz, vor ſeiner Anwendung bei den metallurgiſchen Proceſſen ſo viel als möglich auszutrocknen; bis zu einem Grade wenigſtens, welcher ſich durch Anwendung einfacher und billiger Vorkehrungen erreichen läßt. Am Dringendſten wird dies da erfordert, wo man, wie es bei mehreren Schmelz-Proceſſen der Fall iſt, durch die Verbrennung des Holzes einen hohen, zwiſchen 1700° C. und 2100° C. liegenden Hitzgrad erzeugen muß. Soll dagegen die Flamme des Holzes nur bei metallurgiſchen Proceſſen auf dem naſſen Wege, alſo zum Erwärmen oder Eindampfen von Flüſſigkeiten,

benutzt werden, oder will man dieſelbe bei Röſt-Proceſſen anwenden, die ſelten eine viel über 1000° C. gehende Temperatur erfordern, ſo iſt ein hoher Trockenheitsgrad des Holzes keine ſo nothwendige Bedingung, obgleich es auch in dieſen Fällen Vortheile gewährt, wenigſtens lufttrockenes Holz anzuwenden. Je mehr hygroſkopiſche Feuchtigkeit das Holz nämlich enthält und je mehr ſeine Brennbarkeit und Flammbarkeit dadurch deprimirt werden, deſto geneigter iſt daſſelbe, mit rußender Flamme, alſo unvollſtändig zu verbrennen. Hierdurch entſteht nicht allein ein Verluſt an Brennſtoff, ſondern die Bildung des Rußes führt auch noch andere Nachtheile mit ſich. Bei Röſt-Proceſſen, deren Zweck eine Oxydation iſt, verzögert ſie die letztere bedeutend, und in Feuerungs-Vorrichtungen, die zum Erwärmen von Apparaten dienen, in denen ſich Flüſſigkeiten befinden, ſetzt ſich leicht ſo viel Ruß ab, daß dadurch der Zug gehemmt und die Erwärmung der Apparate erſchwert wird.

Die einfachſte Art friſchgefälltes, zu Kloben*) geſpaltenes Holz lufttrocken zu machen, beſteht darin, daſſelbe regelmäßig in Haufen aufzuſchichten, deren Höhe gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Klafter beträgt, deren Breite ſich nach der Länge der Kloben richtet, und deren Länge beliebig iſt. Befindet ſich ein ſolcher Haufen an einem trocknen, luftigen und der Sonne ausgeſetzten Orte, ſo pflegt das Holz, nach localen Umſtänden, innerhalb eines oder zweier Jahre ziemlich lufttrocken zu werden, vorausgeſetzt, daß die

*) Unter Kloben verſteht man die zu Stücken von etwa $1\frac{1}{2}$ — 2 Ellen Länge zerhauenen oder zerſägten Baumſtämme. Scheite ſind die der Länge nach geſpaltenen Kloben. Halbſcheite, Viertelſcheite u. ſ. w. heißen dieſelben, je nachdem ein Kloben in zwei, vier oder mehrere Scheite zerſpalten worden iſt.

Digitized by Google

Kloben keine zu beträchtliche Dicke beſaßen. Belegt man den obern Theil des Hauſens mit einem loſen Holzdache, von Schwarten oder dergleichen, ſo daß Regengüſſe abgehalten werden, in das Innere deſſelben zu dringen, ſo erreicht man ſeinen Zweck um ſo ſchneller. Völlig lufttrocken wird jedoch das Holz auf dieſe Weiſe nur ſehr ſchwierig, weil das den Kern der Kolben umgebende Schwartholz nebſt der Rinde dem Verdunſten der Feuchtigkeit ein großes Hinderniß in den Weg legen. Man pflegt daher, wenn man geſpaltenes Holz (Scheite) gebraucht, die Kloben nur ſo lang auf jene Art zu trocknen, bis ſie einen Grad der Trockenheit erreicht haben, bei dem ſie ſich mit erforderlicher Leichtigkeit ſpalten laſſeu. Die Scheite werden alsdann zu ähnlichen Haufen aufgeſchichtet, wie zuvor die Kloben.

In Steyermark, beſonders auf dem Hüttenwerke Neuberg, wendet man eine Aufſchichtungsart des Scheitholzes an, welche Nachahmung verdient, da ſie, in Bezug auf ſchnelles und vollkommnes Austrocknen, ſehr gute Reſultate giebt. Dieſelbe iſt in der Fig. 24 Taf. 4 dargeſtellt, in welcher man den einen Endtheil eines $2\frac{1}{2}$ Klafter hohen Haufens erblickt.

Die theilweiſe undichte Aufſchichtung des Holzes am Fuße des Haufens befördert das Eindringen der warmen Luft in das Innere deſſelben; die obere dachförmige Scheitſchicht hält den Regen ab, und durch den Eckpfeiler von kreuzweis übereinander gelegten Scheiten gewinnt der Haufen an Feſtigkeit. Man nennt dieſe Aufſchichtungsart an dem erwähnten Orte das Aufklaftern mit „Kopf (oder Dach) und Fuß.“ Noch iſt zu bemerken, daß die ſchräg ſtehenden Fußſcheite, deren Abtheilungen durch niedrige Pfeiler von kreuzweis übereinander gelegten Scheiten getrennt ſind, mit der Richtung ihrer Schräge

abwechſeln müſſen. Denkt man ſich nämlich die Verlängerung des Haufens, ſo muß die zunächſt kommende Abtheilung der Fußſcheite eine Schräge haben, welche in ihrer Richtung der der erſten Abtheilung entgegengeſetzt iſt. Ohne dieſe Abwechslung würde der Haufen eine Tendenz zum Umſtürzen oder doch Schiefwerden beſitzen.

Iſt man genöthigt, die Darſtellung des lufttrocknen Holzes ſo viel als möglich von der Witterung unabhängig zu machen, ſo müſſen die Holzſcheite unter leichten, nur auf einzelnen Pfeilern ruhenden Bedachungen, ſogenannten Holzſchoppen, aufgeſchichtet werden. Da hierdurch aber die unmittelbare Wirkung der Sonnenſtrahlen mehr oder weniger abgehalten wird, ſo iſt es bei den Schoppen eine noch mehr unerläßliche Bedingung als bei den Haufen, daß dieſelben an Orten errichtet werden, welche dem Luftzuge hinreichend ausgeſetzt ſind.

Das halbgedarrte Holz verſchafft man ſich auf einigen Hüttenwerken ſehr einfach dadurch, daß man die lufttrocknen Holzſcheite in der Nähe der Oefen oder an anderen ſtark erwärmten Orten innerhalb der Hüttengebäude aufſchichtet. Auch pflegt man, wenn die Beſchaffenheit der Oefen es zuläßt, in einiger Entfernung über denſelben eiſerne Hängewerke anzubringen, auf welche die Scheite zum Trocknen gelegt werden. Bei dieſer letztern, allerdings ſehr wirkſamen Methode iſt man jedoch, wenn nicht beſondere Vorſichtsmaßregeln angewendet werden, noch mehr der Feuersgefahr ausgeſetzt, als bei der erſten.

Zur Darſtellung des völliggedarrten Holzes werden eigene Vorrichtungen, ſogenannte Darröfen oder Darrkammern erfordert, welche von verſchiedener Einrichtung ſeyn können. In der Regel pflegen es große, von Mauerwerk umgebene Räume zu ſeyn, in denen das aufgeſchichtete Holz auf die eine oder andere Art

künſtlich erwärmt wird. Die Temperatur darf hierbei nicht viel über 100° C. ſteigen, wenn keine Zerſetzung der Holzſubſtanz eintreten ſoll, und man nicht Gefahr laufen will, daß ſich das Holz entzünde. Ein Beiſpiel von der Einrichtung einer ſolchen Darrkammer giebt Fig. 25.

Dieſe im Längendurchſchnitte dargeſtellte Darrkammer iſt 12—15′ lang, 10′ hoch und 9′ breit. Durch die ganze Länge derſelben läuft eine 16 Zoll im Lichten haltende eiſerne Röhre, welche an der einen Seite in den Feuerungsraum s und an der entgegengeſetzten in eine Eſſe mündet, deren Zug durch eine oben angebrachte Klappe regulirt werden kann. Einige gemauerte Pfeiler dienen der Röhre zur Unterlage. Das theils durch eine Thüröffnung, theils durch die Fenſteröffnungen n,n, hereingeſchaffte Scheitholz wird in der Darrkammer aufgeſchichtet, jedoch ſo, daß das der Röhre zunächſt gelegene etwa 1 Fuß von derſelben abſteht. Wollte man es näher rücken, würde es dem Verbrennen ausgeſetzt ſeyn. Iſt der ganze innere Raum auf dieſe Weiſe gefüllt, ſo werden Thür- und Fenſteröffnungen zugemauert und man beginnt mit der Feuerung im Schürraume s. Natürlicher Weiſe kann hierzu ſehr ſchlechtes Brennmaterial benutzt werden. Die aus den Oeffnungen o,o aufſteigenden Dämpfe geben dem Arbeiter ein Mittel an die Hand, den Gang des Proceſſes zu beurtheilen. Auf dem Hüttenwerke Neuberg in Steyermark, wo dieſe Darröfen durch Herrn Bergrath Hampe eingerichtet wurden, pflegt eine Darrung innerhalb zweier Tage beendet zu ſeyn. Man machte hier auch Verſuche mit Oefen, in denen ſich zwei eiſerne Röhren, jede von 8 Zoll im Durchmeſſer, befanden, allein mit weniger gutem Erfolge.

Digitized by Google

Zu S. 112.

Den Torf zu verkohlen, um ein gutes Brennmaterial daraus zu machen, wie von Mehreren verſucht ward, führt aus mehreren Gründen nicht zum Zweck. Wegen ihrer großen Zerreiblichkeit verträgt die Torfkohle den Transport nicht; ſie kommt in den Oefen mit bloßem Luftzug nicht durch und durch, ſondern nur äußerlich zum Glühen; bei Anwendung von Gebläſen wird ſie in Stücken oder Staub davongeführt. Zum Eiſenſchmieden taugt ſie nicht, und endlich geht durch die Verkohlung bei Weitem der größte Theil der Heizkraft des Torfs verloren. Während die Steinkohle bei'm Vercoaken etwa 25 Procent an Gewicht verliert und 75 Procent harte Coaks zurückläßt, findet bei'm trocknen Torf das umgekehrte Verhältniß ſtatt, was alles der Torfkohle als Brennmaterial keineswegs zur Empfehlung gereicht.

Die Vorbereitungen des Torfes beſtehen nach dem Stechen und Formen gewöhnlich im Trocknen, zuweilen im Darren und Preſſen deſſelben. Durch jede dieſer Operationen gewinnt der Torf in hohem Grade an Brauchbarkeit, durch das Trocknen und Darren wird ſowohl ſein abſoluter und ſpecifiſcher, als auch ſein pyrometriſcher Wärmeeffect erhöht, durch das Preſſen wächſt der ſpecifiſche in ſehr bedeutendem Grade. Zugleich vermehrt das Trocknen und Darren die Flammbarkeit und Brennbarkeit des Torfes.

Dem Preſſen des noch nicht an der Luft ausgetrockneten Torfes, ſo vortheilhaft daſſelbe, vom theoretiſchen Geſichtspuncte aus betrachtet, zu ſeyn ſcheint, ſtellt ſich hauptſächlich die Schwierigkeit entgegen, daß die damit verbundenen Arbeitskoſten verhältnißmäßig ſehr hoch zu ſtehen kommen. Ueberdies verlieren hierbei einige Torfſorten, welche reich an locke-

Digitized by Google

rer Moderſubſtanz ſind, zugleich mit dem Waſſer auch einen Theil dieſer letzteren, wodurch ſich alſo ihr Gehalt an Brennſtoff vermindert. Zu metallurgiſchen Zwecken, welche große Mengen eines billigen Brennmaterials erfordern, dürfte daher das Preſſen des Torfes ſelbſt durch ſo gut conſtruirte Maſchinen, wie die von Willoughby, im Allgemeinen nicht anzurathen ſeyn.

Um Torf lufttrocken zu machen, verfährt man auf ganz analoge Weiſe wie bei'm Holze. Entweder geſchieht es in freien Haufen, oder unter Schoppen. Welcher Methode man ſich aber bediene, ſo dürfen die Torfſtücke nicht dicht aneinander gerückt, ſondern mit Zwiſchenräumen, gleich einer regelmäßig durchbrochenen Mauer, aufgeſchichtet werden. Weder die Breite noch die Höhe der Haufen darf beträchtlich ſeyn: die erſtere wird durch die Geſammtlänge von drei bis vier, etwa ein Paar Zoll von einander ſtehenden Torfziegeln beſtimmt; die letztere iſt, je nach der Beſchaffenheit des Torfes, verſchieden. Man ſchichtet nämlich die Torfhaufen ſo hoch auf, als es angeht, ohne dieſelben dem Umſtürzen oder die unterſten Torfſchichten dem Zerdrücken auszuſetzen. Bei'm Trocknen in freien Haufen iſt es zweckmäßig, letztere mit einer loſen Bedachung von leichten Bretern oder dergleichen zu verſehen.

Das Darren des Torfes geſchieht an vielen Orten in Darröfen oder Darrkammern von gleicher Conſtruction wie die, welche man bei'm Holze anwendet. Auf einigen Hüttenwerken, wie z. B. auf der Eiſenhütte Königsbrunn in Würtemberg bedient man ſich dagegen der Torfdarröfen von eigenthümlicher Conſtruction. Die Temperatur des Darraums in dieſem Ofen beträgt nicht viel über 100° C. und faßt 11500 Stück Torf, welche auf einer mit Holz belegten eiſernen Platte aufgeſchichtet werden, die

durch eine Feuerung von unten her erwärmt wird. Die ausgetriebenen Waſſerdämpfe nehmen ihren Weg durch mehrere Oeffnungen am obern Theile der Rückwand des Darrraumes und treten aus dieſen in einen Raum ein, welcher durch eine von der Feuerung ausgehende, heberförmig gebogene eiſerne Röhre (die zugleich die Stelle einer Eſſe vertritt) ſtark erwärmt wird. Von hier aus gelangen dieſelben durch eine im Deckelgewölbe angebrachte Oeffnung in's Freie. Damit das Darren durch Einſtrömen trockner Luft begünſtigt werde, ſind an dem untern Theile der Vorwand des Darrraumes, dicht über der eiſernen Bodenplatte, mehrere Löcher vorhanden. Zum Darren der gedachten Anzahl Torfſtücke wird eine Zeit von 9—10 Tagen erfordert. Der zu Königsbrunn angewendete lufttrockne Torf verliert etwa 40 Procent von ſeinem Gewichte und faſt 50 Procent von ſeinem Volumen. — Gedarrter Torf muß wo möglich gleich nach dem Darren zur Feuerung angewendet werden, weil er ſonſt binnen kurzer Zeit wieder einen Theil der verlornen Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Sehr vortheilhaft iſt es daher, den gedarrten Torf unmittelbar aus der Darrkammer zu verbrauchen. Um dies möglich zu machen, wird aber natürlicher Weiſe mehr als ein Darrofen erfordert.

Unter den vielen Vorſchlägen, den Torf in ein gutes und wohlfeiles Heizmaterial zu verwandeln, ſcheint der des Franzoſen Mallet ganz beſonders zweckmäßig zu ſeyn; ſie beſteht darin, den Torf in Oefen ſchnell zu trocknen, wodurch ein dichtes und feſtes Brennmaterial gewonnen wird.

Die Verbeſſerungen des Herrn Mallet in der Behandlung des Torfs beſtehen:

1.) in dem Verfahren der Einſammlung und Aushebung deſſelben aus dem Torfmoor;

2.) in dem Verfahren ſeiner Zubereitung (Trocknung).

Zur Einſammlung des Torfs empfiehlt er das holländiſche Verfahren einzuführen, ſtatt des Ausſtechens in Raſen. Die weitere Behandlung beſteht im ſorgfältigen Austrocknen des ſo gewonnenen Torfs in zweckmäßig conſtruirten, mit Torfabfällen geheitzten Darren.

Der von Herrn Mallet vorgeſchlagene Trockenofen beſteht in einem großen horizontalen Heizcanal, oder einem langen Raume, durch welchen ein langſamer, aber ſtetiger Strom heißer und trockner Luft, Gaſe ꝛc. zieht, nämlich von einem oder mehreren Feuern aus, die ſich an dem einen Ende befinden, welche mit Torfabfällen unterhalten werden; am andern Ende iſt der Trocknenraum mit einem oder mehreren verticalen Kaminen verſehen, welche den Zug bewirken. Der noch moorfeuchte oder höchſtens in einem gewiſſen Grade lufttrockne Torf wird auf den flachen, gegitterten Bodenplatten leichter Blockwägen oder vierräderiger Schienenbahnwaggons locker aufgeſchichtet, welche Wägen ohne Kaſten auf einer leichten, durch die ganze Länge der Trocknenkammer gelegten Eiſenbahn fortlaufen. Der noch feuchte Torf fährt in den Raum bei dem kühlern oder Kaminende ein, und die ſucceſſive trocknenden Wagenladungen fahren dann nacheinander am wärmeren oder Heizende hinaus, um neu nachkommenden Platz zu machen.

Beide Enden des Trocknenraums ſind, wenn im Gebrauche, mit gewöhnlichen hölzernen Klappthüren verſchloſſen; der vom Feuer herkommende Luftzug aber geht noch durch ein anderes Paar Thüren von Drahtgeflecht (welches über einen eiſernen Rahmen geſpannt iſt), ehe er in den Torfraum tritt; auf dieſe Weiſe werden alle Feuerfunken aufgehalten, und die

Digitized by Google

Gefahr der Entzündung des ſcharfausgetrockneten Torfs iſt abgewendet.

Fig. 26 iſt ein Längendurchſchnitt des Trocknenraums und Fig. 27 ein Grundriß und Horizontaldurchſchnitt deſſelben gerade über den Roſten F,F. a,a iſt der Trockenraum oder horizontale Heizcanal, deſſen Durchſchnitt hier 8 Fuß breit und 8 Fuß hoch, auf 100 Fuß Länge angenommen iſt. Dieß ſind die größten Dimenſionen für ſolche Trocknenräume oder Darren, doch kann man ſich damit nach den Umſtänden der Oertlichkeit, der Nachfrage nach Heizmaterial ꝛc. richten. Die Mauern des Feuercanals b,b ſind von rohem Mauerwerk, äußerlich mit Lehmmörtel beworfen und von hinlänglicher Stärke, um ein aus 6 Zoll Ziegelhöhe und 12 Zoll Bogenhöhe gemauertes Gewölbe zu tragen, wodurch das Dach oder vielmehr die Decke des Canals gebildet wird, der auf dieſe Weiſe durchaus feuerfeſt iſt. Damit das Gewölbe nicht ausweichen könne, braucht man nur die Seitenmauern mittelſt einiger Eiſenſtäbe quer unter der Decke in Abſtänden von 5 Fuß zu verankern. c iſt das Paar hölzerner Klappthüren an der Feuerſeite; d dasjenige am Kaminende. Dieſe Thüren öffnen und ſchließen ſich unten über den Schienen s,s, und bei ihrem Verſchließen wird der zwiſchen ihnen und der Oberfläche des Bodens bleibende leere Raum mit einigen Schaufeln Torfklein ausgefüllt; ſie können von 1½ zölligen gefugten Pfoſten verfertigt werden. Die Thürſtänder, ebenfalls aus Pfoſten von ungefähr 6 Zoll beſtehend, ſind eingemauert; die Angeln ſind von Eiſen, wie gewöhnlich, und werden bei'm Verſchließen mit einem eiſernen Riegel zugehalten. e,e ſind die beiden Feuerſtellen, auf jeder Seite einer, zum Heizen der Trocknenräume. Torfklein und die Haidedecke des Torfmoors, die keines ſtarken Zugs bedürfen, werden darin verbrannt.

Man zündet am Beſten eine große Maſſe davon auf einmal an, deshalb beſteht nur ein kleiner Theil der Bodenplatte dieſer Feuerſtellen aus Roſtſtangen F,F. Damit das Heizmaterial nicht in den Trocknenraum hineinfalle, wird es durch die Gitter k,k zurückgehalten. g,g ſind die Feuerthüren; h,h die Aſchenräume. Der Zug zu dieſen Feuern kann durch die Thüren q,q (Fig. 28 und 29) der Heizräume und Aſchenfälle völlig abgeſchloſſen werden. v iſt das Thürenpaar, welches aus Kupferdrahtgewebe zwiſchen eiſernen Rahmen beſteht und das Hinausfahren von Funken verhindert; da dieſe Thüren ganz an die Decke des Trocknenraums anſchließen müſſen, wird das Dach hier nicht durch das fortgeſetzte 6 zöllige Ziegelgewölbe gebildet, ſondern es ſind 12 und 6 zöllige Backſteine hochkantig zwiſchen die leichten gußeiſernen Sparren wagerecht eingelaſſen, und die Decke ſtößt alſo bei m ganz platt auf. Wenn die Drahtthüren, wie Fig. 26 und 27 zeigen, geſchloſſen ſind, ſo bilden ſie quer vor dem Trocknenraume einen fein durchlöcherten Verſchluß. Sie öffnen ſich nach k,k zu, damit die Wägen mit getrocknetem Torf herausfahren können; da aber hierbei der trockene Torf an den Mündungen der Feuerſtellen k,k vorüber muß, ſo hat man zu verhüten, daß Funken oder Flammen zum Torf herüber ſpringen. Die Drahtthüren ſind daher ſo angebracht, daß ſie, geöffnet, ſich an die Mündungen dieſer Feuerſtellen k,k zurücklegen und dadurch die Torfwägen beſchützen. Um die Wärme zuſammenzuhalten und das Gewöbe l,l vor dem Wetter, Regen ꝛc. zu ſchützen, wird ein Schiefer- oder Ziegeldach ꝛc. n,n darauf geſetzt, wobei zwiſchen dem Scheitel des Bogens und dem Dach ein freier Raum für die Luft gelaſſen wird.

o,o ſind die Kamine; p,p die Stellen, wo ſie in den Trocknenraum einmünden. Die Rauchabzug-

öffnungen befinden ſich unten am Boden, um die kühlſte, dichteſte und feuchteſte Luft zuerſt wegzuſaugen. Dieſe beiden Kamine kann man auch oberhalb des Dachs ſich in einen vereinigen laſſen. Ein jeder derſelben hat 4 Fuß Weite im Lichten und 25 Fuß Höhe. Am Fuße eines jeden befindet ſich außen ein ſchmaler Kanal r,r, der als Feuerraum dient, um am Anfange etwas trocknen Torf anzünden zu können, damit ein ſtarker Zug entſtehe. Dieſe Kanäle werden dann mit einigen Schaufeln Torfklein verſtopft.

Die Auslaßthüren d ſind in jeder Hinſicht jenen bei c gleich, öffnen ſich aber nach außen und legen ſich ganz zurück. s,s iſt die Schienenbahn; die Kantenſchienen von 14 Pfd. Gewicht per Yard ſind ausreichend; ſie werden auf fichtene Querſchwellen gelegt. Der Trocknenraum wird in der angegebenen Größe nicht auf dem Torfmoor ſelbſt, ſondern auf feſtem Boden in deſſen Nähe, ungefähr in gleichem Niveau mit ihm, und mit Berückſichtigung des Torftransports, erbaut. Die Schienen können bis zum Torfſtich fortgeſetzt werden, ſo daß die Wägen dort geladen und unmittelbar in den Trocknenraum gefahren werden können. Wenn der Trocknenraum auf feſten Sandmergel erbaut wird, ſo iſt kein tiefer Grund erforderlich. Die Torfwägen, wenn ſie vom Trocknen kommen, können entweder auf einir Eiſenbahn zum Vorrathsplatze geführt oder auf Karren übergeladen worden.

t,t ſind die Torfwaggons. Der durchbrochene untere Boden deſrelben liegt ſo tief, daß nur ein kleiner Theil der durch den Trocknenraum ziehenden Luft unterhalb deſſelben hinwegziehen kann, und da jeder Waggon ſo geladen wird, daß er den ganzen Querdurchſchnitt des Trocknenraums einnimmt, bis auf einen freigelaſſenen Raum von 3—4 Zoll an

Digitized by Google

jeder Seite und oben, ſo muß der Strom erhitzter Luft durch alle Zwiſchenräume des Torfs ziehen und ihn daher ſchnell trocknen. w,w,w ſind drei kleine Seitenthüren, von je zwei Fuß im Quadrate, durch welche man an verſchiedenen Puncten zwiſchen dem Feuer und Kamin zum Torf gelangen kann, um ſich von dem Fortſchritte der Austrocknung zu überzeugen, ohne die Waggons aufzuhalten.

Bei dieſer Torftrocknung ſind, wie man ſieht, die Grundſätze einer zweckmäßigen Trocknung in Anwendung gebracht; es iſt nämlich ein Strom beſtändig erneuerter, warmer und trockner Luft vorhanden und das trockenſte Material mit der trockenſten Luft in Berührung gebracht, während die weniger trockne Luft, welche ſchon Feuchtigkeit aufnahm, zum Trocknen des noch feuchtern Torfs verwendet wird.

Die Thüren ſtehen offen, wenn ein Wagen mit trocknem Torf am Ende c herauskommt, und da alle Wägen um die Länge eines Wagens vorgeſchoben werden, ſo wird gleichzeitig ein neuerer Wagen mit naſſem Torf bei'm Ende d eingeführt; während dieſer Zeit bleiben die Thüren q der Feuerheerde geſchloſſen und die Drahtthüren gegen k,k zurückgeſchlagen. Sobald der trockne Wagen, oder mehr als einer, hinaus- und naſſe Wägen dafür eingebracht ſind, werden die Thüren geſchloſſen, die Drahtthüren vorſichtig zugemacht, die Ofenthüren q geöffnet, und der Trocknenraum beginnt ſeine Function von vorn.

Dieſer Trocknenraum würde auf einmal 10,000 Kubikfuß Torf faſſen und, Verſuchen zufolge, welche der Verfaſſer über das Trocknen anderer Körper im Großen in, nach ähnlichen Principien angelegten Räumen anſtellte, kann er die Ueberzeugung ausſprechen, daß dieſe Quantität Torf in 6–7 Tagen vollkommen austrocknet und dazu 700 Kubikfuß Torfklein,

Digitized by Google

mit Haidedecke untermengt, erforderlich ſind. Das Torfſtein braucht vorher nicht erſt getrocknet zu werden (außer wenn es mit Waſſer geſättigt iſt) und würde bei'm Verbrennen 4—7 Procent Aſche geben, die als Streudünger auf Wieſen ꝛc. verwendet werden könnte. Die einzige Arbeit zur Wartung dieſes Trockenraums wäre die eines Mannes, der das Brennmaterial herbeifährt und die Feuerung unterhält, unter dem zeitweiſen Beiſtand eines andern, der die neuen Torfwägen einfährt und die trocknen entfernt, was in Zeitabſtänden von je 12 Stunden geſchieht. Das Aufladen auf die Wägen geſchieht durch Kinder. Auf einem Raum dieſer Größe hätte man ſich mit 20 Waggons zu verſehen.

Bei kleinerem Bedarf würde natürlich das Ganze in kleinerem Maßſtabe erbaut.

Für kleine Torfbauern ſchlägt der Verfaſſer eine wohlfeilere Erbauung vor, nämlich aus übereinander gelegten Torfraſen ſelbſt, welche Wände dann auf der Innenſeite mit Seinen ausgefüttert werden müßten. Die geringe Wärmeleitungsfähigkeit des Torfs macht dieſes Material, bei der gehörigen Vorſicht zur Herſtellung der Wände, des Dachs ꝛc., ſehr geeignet.

Verſuche, welche der Verfaſſer mit Dampfmaſchinenkeſſeln anſtellte, ergaben, daß, nach der Güte und Trockne des Torfs, ſowie nach der Conſtruction des Keſſels, der Feuerſtellen ꝛc., 40 bis 80 Pfd. Torf erforderlich ſind, um 1 Kubikfuß Waſſer von 12° R. in Dampf von 104° R. zu verwandeln. Der Torf, wie er bei'm günſtigſten Wetter gewöhnlich geſtochen wird, enthält, obſchon er ſich trocken anfühlt, doch noch immer $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ſeines Gewichtes Waſſer. Es iſt daher einleuchtend, daß bei'm Verbrennen eines ſolchen Torfs ein großer Theil deſſelben, behufs der Verdampfung des in ihm ſelbſt ent-

Digitized by Google

haltenen Waſſers, verloren geht. Nimmt man im Durchſchnitt an, daß ein gegebenes Gewicht dieſes „trocken" genannten Torfs ſein gleiches Gewicht Waſſer in Dampf von 80° R. verwandelt (oder 62¼ Pfd. Torf, 1 Kubikfuß Waſſer), ſo iſt klar, daß auf je 4 Kubikfuß nutzbringend verdampften Waſſers 1 Kubikfuß oder 1 Viertheil nutzlos aus dem Torf ſelbſt verdampfte, und daß, wenn der Torf vorher ganz trocken geweſen wäre, er nahezu 5 ſtatt 4 Kubikfuß Waſſer in Dampf verwandelt hätte. Es iſt allerdings wahr, daß in irgend einer Form Brennmaterial verbrannt werden muß, um dieſes Waſſer aus dem Torf zu verdampfen; allein es macht in ökonomiſcher Hinſicht einen ſehr großen Unterſchied, ob der Torf vorher in einem vortheilhaft conſtruirten Trocknenraum mittelſt werthloſen Brennmaterials ausgetrocknet wird, oder ob das Waſſer befreit und der ausgetrocknete Torf überdieß an Volum und Gewicht reducirt wird, ſo daß er auch leichter zu transportiren iſt. Er iſt dann leichter entzündlich und liefert bei der Verbrennung nur brennbare Gaſe, ſtatt wie im andern Falle, mit Waſſerdampf oft in dem Grade vermiſchte, daß ihre Vebreenuug kaum vor ſich gehen oder der Torf vor Feuchtigkeit gar nicht brennen kann.

Im Winter iſt der Schaden noch viel größer, weil die ſämmtliche latente Wärme an das Eis in den Torfſtücken abgegeben werden muß, ehe es Waſſer wird.

Der im Trocknenraum getrocknete Torf iſt ſehr hygrometriſch und zieht ſehr begierig wieder Feuchtigkeit aus der Atmoſphäre an; er ſoll daher ſobald als möglich nach ſeiner Bereitung verbraucht werden.

Holländiſches Verfahren der Torfgewinnung. — Der Verfaſſer empfiehlt dringend, den Torf, ſtatt ihn zu ſtechen, in Maſſe zu kneten,

Digitized by Google

wie es in Holland gebräuchlich iſt. In den nördlichen Provinzen von Holland, wo die Moore gewöhnlich lauter Marſchland ſind, worauf das Waſſer mehrere Zoll hoch ſteht, verfährt man nämlich zur Torfgewinnung auf folgende Weiſe: Man gräbt einen langen, 10 bis 15 Fuß breiten Canal durch die ganze Länge des Moores aus, indem man die Torfmaſſe bis zu einer ſolchen Tiefe entfernt, daß ein flaches Boot auf dem ſeichten Canal ſchwimmen kann. Das ausgegrabene Moor wird auf unten beſchriebene Weiſe zu Torf verarbeitet und dann der Canal erweitert und vertieft, indem man die Torfmaſſe herausfiſcht und längs der Ufer aufſchichtet. Auch Quercanäle wendet man an, wodurch die Koſten auf das Minimum verringert werden. Wenn das Ausgraben tiefer fortgeſetzt worden iſt, ſenkt man wo möglich den Waſſerſtand der Canäle ein Wenig, jedoch wird der zu Brennmaterial beſtimmte Torf ſtets unter Waſſer gehalten.

Die ausgeräumte Torfmaſſe kommt in flache Tröge von beiläufig 8 Fuß Länge und 4 Fuß Breite, welche aus 1½ Zoll dicken kiefernen Dielen angefertigt ſind; die Kanten dieſer Tröge erheben ſich ungefähr 8 Zoll und ſind nach Außen in einem Winkel von beiläufig 35 Grad gegen den Boden abgeflacht. Die Torfmaſſe wird darin von Weibern oder Kindern mit Stiefeln oder mit bloßen Füßen getreten, ſo daß alle unzerbrochenen Theile der Maſſe ſchnell zermalmt, und das Ganze in einen gleichförmigen, dünnen Brei verwandelt wird. Dieſen führt man dann in Karren fort und wirft ihn auf die Trockenplätze der Moorfläche, wo man ihn gleichförmig ungefähr 8 Zoll hoch ausbreitet.

Bei faſerigen Torfarten bedient man ſich zum Ausbreiten einer vierzinkigen, flachen Gabel, einer Miſtgabel ähnlich; an manchen Orten wird die zer-

Digitized by Google

tretene Torfmaſſe nicht in Karren auf das Trocknenlager geführt, ſondern, nachdem ſie in dem Knettroge geweſen iſt, nimmt man einen beweglichen Rand desſelben ab, ſcharrt die Torfmaſſe mit einem Kratzeiſen auf den Platz heraus, wo ſie trocknen ſoll und ſchiebt dann den hölzernen Trog auf die zunächſt mit Torfmaſſe zu bedeckende Stelle weiter.

Die Trocknenplätze werden einfach auf die Art hergerichtet, daß man eine Strecke der Moorfläche ebnet oder ſchwach abflacht und über die Fläche, wo es die Oertlichkeit geſtattet, eine etwa 6 Zoll dicke Lage Sand oder feinen Kies ausbreitet; wo man recht ſorgfältig verfahren will, bringt man unter dieſer Schicht vorher beiläufig 1 Fuß tiefe bedeckte Abzugsrinnen an. Die Sandfläche wird mittelſt einer Schaufel geebnet und dann der Torfſchlamm darüber ausgebreitet.

Wo kein Sand oder ein ähnliches Material zu haben iſt, wird der Torfſchlamm unmittelbar auf den geebneten Moorboden ausgebreitet, welchen man vorher an einigen Stellen mit bedeckten Abzugsgräben verſehen hat. Nach Verlauf einiger Tage, je nach der Witterung, hat das Torfſchlammlager durch Einſickern und Verdunſten ſoviel Waſſer verloren, daß es gerade geſchnitten werden kann. Man legt ein langes, leichtes Holzbret darauf und eine Perſon geht barfuß darüber hin und zerſchneidet die Maſſe mit einem eigenthümlichen Inſtrument in lange parallele Streifen mit 6 bis 8 Zoll Zwiſchenraum. Die Richtung dieſer Streifen iſt gar nicht gleichgültig, ſondern hängt von dem Stande der Sonne ab; die Sonne muß nämlich den größten Theil des Tages längs der Furchen hinſcheinen, und es iſt darauf zu ſehen, daß nicht der Schatten einer Furche auf die andere fallen könne, wodurch das Trocknen verhindert würde.

Digitized by Google

Nach dieſem Verfahren erhält man einen Torf von doppelter Dichtigkeit desjenigen, welcher aus feſteren Torſlagern in Raſen ausgeſtochen (und nicht mechaniſch gepreßt) wurde; überdieß werden wenigſtens zwei Drittel der Arbeit erſpart.

Werth und Leiſtung der Brennſtoffe.

Schon die Erfahrung des täglichen Lebens lehrt, daß die verſchiedenen Brennſtoffe nicht in gleichem Grade der Entwickelung von Wärme (Hitze) fähig ſind. Es iſt daher von Intereſſe und Wichtigkeit, die Wege kennen zu lernen, welche die Wiſſenſchaft eingeſchlagen hat, um die äußerſte Leiſtung der Brennſtoffe zu erfahren, welche irgend erhalten werden kann. Die Reſultate dieſer Forſchungen nennt man den theoretiſchen Effect. Zu deſſen Ermittelung iſt nun die Kenntniß von zwei Dingen unumgänglich nöthig nämlich einmal der Wärmemenge, welche überhaupt eine beſtimmte Quantität Brennſtoff auszugeben vermag, zum andern aber die Zeit, welche dazu erfordelich iſt, zwei Bedingungen, deren gemeinſchaftliche Ermittelung und Zuſammenfaſſung auf den Begriff deſſen führt, was man die Heizkraft nennt. Wird dieſe, die Heizkraft, auf den jeweiligen Preis bezogen, der einem Brennmaterial irgendwo zukommt, ſo entſpringt daraus ſein Brennwerth, welcher demnach ſtets von dem Verbrauchsorte (Markt) abhängt und nur dafür Gültigkeit hat.

Streng genommen iſt die Ermittelung des erſten Punctes (der Wärmemenge) eine unmögliche Aufgabe, da es für die Wärme kein Maaß, weder Wage noch Zollſtab, giebt; die Quantität Wärme, welche ein Körper bei ſeiner Verbrennung entwickelt, iſt alſo an ſich völlig unbeſtimmbar; aber die gewerbliche Praxis bedarf auch der Kenntniß des abſoluten Werthes jener Quantitäten nicht, es genügt ihr zu wiſſen, wie

vielmal die Wärmemenge des einen Brennſtoffs die des andern übertrifft, oder hinter ſich zurückläßt, ſo unbeſtimmbar auch beide Größen einzeln genommen ſeyn mögen. Es genügt ihr, mit einem Worte, die Kenntniß der relativen Wärmemengen, für welche die Wiſſenſchaft mehrfache Wege bietet. Nur in dieſem Sinne, als relative nämlich, ſind die Reſultate aufzufaſſen, zu denen die Unterſuchungen der Art geführt haben. Den älteren, rein phyſikaliſchen Verſuchen, von den hervorragendſten Männern ihrer Wiſſenſchaft unternommen, liegt die gemeinſchaftliche Idee zu Grunde, der ganzen (an ſich unbekannten) Wärmemenge, welche verbrennende Körper, oder Brennſtoffe insbeſondere entwickeln, irgend einem dritten Körper darzubieten, um alsdann die Wirkungen zu vergleichen, welche ſie in dieſem hervorbringt. Die Vorrichtung, worin dies geſchieht, iſt das bekannte Calorimeter; Lavoiſier und Laplace ließen in dieſem Inſtrumente die Wärme ſich auf Eis werfen und maßen die Wärme nach der Menge, welche dadurch geſchmolzen ward. Später wandte Graf von Rumford, welchem man gerade über die Brennſtoffe viele Verſuche verdankt, ſtatt des Eiſes Waſſer an, und maß die Wärmemenge nach der Temperaturerhöhung, welche dieſelbe in einer beſtimmten Menge Waſſer hervorbringt. Beiderlei Beſtimmungen ſind aber leicht auf einander zurückzuführen, wenn man ſich erinnert, daß dieſelbe Wärmemenge, welche 1 Pfd. Eis von 0° zu ſchmelzen vermag, nach Lavoiſier und Laplace gerade zureicht, um die Temperatur von ebenſoviel Waſſer — 1 Pfd. — um 75° C. oder, was daſſelbe iſt, von 0,75 Pfd. Waſſer um 100° C. zu erhöhen. Wenn man ferner in Erwägung zieht, daß, nach Clement und Desormes, gleiche Gewichte Waſſerdampf, welches auch ihre Temperatur und Spannung ſeyn mag, ſtets von einer

und derſelben Wärmemenge gebildet ſind, alſo gleiche Mengen davon enthalten; wenn man zudem bedenkt, daß die Quantität Wärme, welche Waſſer von 100° C. auf eine für das Thermometer nicht mehr fühlbare Weiſe (latent) verſchluckt, um damit Dampf zu bilden, nach Clement und Desormes 5,5 mal (5,67 mal nach Rumford) hinreicht, um daſſelbe Gewicht Waſſer von 0° auf 100° C. zu erhitzen, ſo wird man leicht im Stande ſeyn, zu berechnen, wieviel Waſſer durch die Wärme, welche 1 Pfd. Eis von 0° ſchmilzt, in Dampf verwandelt wird. Man findet nämlich, daß das 5,5 fache derſelben 1 Pfd. oder daß ſie, mit andern Worten, 0,164 Pfd. Waſſer zu verdampfen vermag.

Rumford's Verſuche, welche ſich übrigens nur auf die verſchiedenen Holzarten beziehen, führten zu folgenden Reſultaten:

Holzarten, wovon 1 Pfund bei'm Verbrennen	Pfunde Waſſer von 0° auf 100° C. erwärmt.
1. Lindenholz.	
Trockenes Tiſchlerholz, 4 Jahre liegend	34,707
Daſſelbe, leicht gedörrt . .	38,833
Daſſelbe, ſtark gedörrt . .	40,131
2. Buchenholz.	
Trockenes Tiſchlerholz, 4 bis 5 Jahre liegend	33,798
Daſſelbe, ſtark gedörrt . .	36,476
3. Rüſternholz.	
Tiſchlerholz, noch etwas feucht	27,147

Holzarten, wovon 1 Pfund bei'm Verbrennen	Pfunde Waſſer von 0° auf 100° C. erwärmt.
Daſſelbe trocken, 4 bis 5 Jahre liegend . . .	30,205
Daſſelbe, ſtark gedörrt . .	34,083
Daſſelbe braun gedörrt .	30,900
4. Eichenholz.	
Gewöhnliches Brennholz in dünnen Hobelſpänen . .	26,272
Daſſelbe, in mittleren Hobelſpänen	25,590
Daſſelbe, in dickeren Hobelſpänen	24,748
Daſſelbe, gut lufttrocken .	29,210
Sehr trockenes Tiſchlerholz, in dünnen Spänen . .	29,838
Daſſelbe, in dickeren . .	26,227
5. Eſchenholz.	
Gewöhnl. trockenes Tiſchlerholz	30,666
Daſſelbe, an der Luft getrocknete Hobelſpäne .	33,720
Daſſelbe, auf dem Ofen gedörrte Hobelſpäne . .	35,449
6. Ahornholz.	
Stark auf dem Ofen getrocknet	36,117
7. Eberesche.	
Stark auf dem Ofen gedörrt	36,130
Daſſelbe, braun gedörrt .	32,337
8. Vogelkirſche.	
Trockenes Tiſchlerholz . .	33,339

Digitized by Google

Holzarten, wovon 1 Pfund bei'm Verbrennen.	Pfunde Waſſer von 0° auf 100° C. erwärmt.
Stark auf dem Ofen getrocknet	36,904
Braun gedörrt . . .	34,736
9. Fichtenholz.	
Gewöhnl. trockenes Tiſchlerholz	30,322
Daſſelbe, in gut lufttrockenen Hobelſtreifen . . .	34,000
Daſſelbe, in ofentrockenen Hobelſtreifeu	37,379
Daſſelbe, braun gedörrt .	33,358
Daſſelbe, in dicken Spänen	28,695
10. Pappelholz.	
Tiſchlerholz, gewöhnliches trockenes	34,601
Daſſelbe, ſtark ofentrocken .	37,161
11. Hainbuchen.	
Tiſchlerholz, gewöhnliches trockenes	31,704

Eine höchſt bemerkenswerthe Beziehung zwiſchen der entwickelten Wärmemenge und dem Chemismus der Verbrennung wurde zuerſt von Welter aus den calorimetriſchen Verſuchen von Laplace, Lavoiſier, Despretz, Rumford ꝛc. abgeleitet und gab zu einer neueren und bequemern Beſtimmung der Heizkraft Veranlaſſung. Er fand nämlich, daß diejenigen Quantitäten eines brennbaren Körpers, welche gleiche Menge Sauerſtoff zur Verbrennung vorausſetzen, auch gleiche Wärmemengen dabei entbinden, wie folgende Beiſpiele zeigen:

Digitized by Google

1. Gew. Th.	vermag zu erwärmen Pfd. Waſſer von 0° — 100° C.	1 Gew. Th. Sauerſt. verzehrt.	welche Pfd. Waſſer von 0° auf 100° erwärmen
Waſſerſtoff . .	236,4 Despretz	0,125 G. Th.	2,955
Kohle	78,15 derſ	0,375 " "	2,931
Völlig trocknes Holz . . .	43,14 Rumf.	0,724 " "	3,093

Bei der Mehrzahl der brennbaren Körper iſt die Abweichung wenigſtens nicht beträchtlicher, als die Schwierigkeit der calorimetriſchen Verſuche vorausſetzen läßt, während andere, wie Phosphor, Eiſen ꝛc., um das Doppelte abweichen. Inſoweit zog Welter ſofort den Schluß, daß der zur Verbrennung eines Körpers erforderliche Sauerſtoff, als in demſelben Verhältniß ſtehend wie die durch ihn entwickelten Wärmemengen, füglich zum Maßſtab der Heizkraft dienen können. In der That wird man a priori auf die Vorausſetzung geführt, wenn man bedenkt, daß einerſeits die entwickelte Wärme mit der Maſſe des verbrannten Körpers im Verhältniß ſtehen muß; andererſeits aber der Sauerſtoff mit demſelben Recht als der verbrennende Theil betrachtet werden kann, wie der Körper, womit er ſich verbindet (der Brennſtoff). Wenn alſo der Sauerſtoff durch Kohle, Holz, Waſſerſtoff ꝛc. verbrennt, ſo muß auch die Wärme, welche entbunden wird, mit der Menge jenes wachſen, welches dabei aufgeht; die Welter'ſche Vorausſetzung ermangelt übrigens bis jetzt jedes directen Beweiſes. Nichts deſtoweniger hat Berthier darauf ein praktiſches Verfahren gegründet, um in einem einzigen Verſuch den zur Verbrennung nöthigen Sauerſtoff und ſomit die Heizkraft zu beſtimmen. Es beſteht darin, daß man eine gewogene Menge des Brennſtoffs mit einem großen Uebermaße reiner Bleiglätte ſo lange glüht, bis derſelbe durch den Sauerſtoff des

Oxyds, gerade wie ſonſt durch die Luft, vollſtändig verbrannt iſt. Jedes verbrauchte Aequivalent Sauerſtoff hinterläßt 1 Aequivalent reguliniſches Blei. Man hat daher nur nöthig, den erhaltenen Bleikönig zu wägen, um daraus auf den verbrauchten Sauerſtoff und die Heizkraft zu ſchließen, vorausgeſetzt, daß man die Brennſtoffe nur allgemein gegeneinander vergleichen will. Iſt es dagegen die Aufgabe, die damit auf 1° oder 100° C. erwärmbare Waſſermenge zu ermitteln, ſo iſt es nöthig, ſich auf die bekannte calorimetriſche Fähigkeit irgend eines Brennſtoffs — meiſt wählt man den reinen Kohlenſtoff — zu ſtützen, welcher alsdann den Vergleichungspucnt abgiebt. Es erfordert nun 1 Gewichtstheil reine Kohlen 2,666 Gewichtstheile Sauerſtoff, um, aus der Bleiglätte genommen, 34,5 Gewichtstheile Waſſer von 0° auf 100° C. zu erhitzen, ſo daß jeder Gewichtstheil Blei, welcher bei dem Verſuche durch irgend einen Brennſtoff reducirt wird, $\frac{78,15}{34,5} = 2,265$ Gewichtstheilen Waſſer entſpricht, welche dadurch um 100° C. würden erwärmt worden ſeyn. — Wie man leicht einſieht, läßt ſich die zur vollkommnen Verbrennung eines Materials — alſo zur Umwandlung ſeines Kohlenſtoffs in Kohlenſäure, ſeines Waſſerſtoffs in Waſſer — nöthige Sauerſtoffmenge und ſomit die Heizkraft auch aus der Elementaranalyſe und zwar mit größerer Genauigkeit *) berechnen. Da 1 Gewichtstheil Kohlenſtoff 2,666, und 1 Gewichts-

*) Praktiſche Erfahrungen im Großen, ſowie die Elementaranalyſen haben dargethan, daß die Beſtimmungen mit Bleiglätte, vermöge eines conſtanten Fehlers, faſt ſtets um ein Beſtimmtes (ungefähr ⅛) hinter der Wahrheit zurückbleiben.

theil Waſſerſtoff das Dreifache, nämlich 8 Theile Sauerſtoff aufnehmen, ſo hat man von der Summe beider nur die Quantität abzuziehen, welche der Brennſtoff an und für ſich enthält, um diejenige zu finden, welche von Außen zugeführt werden muß und ſeine Heizkraft mißt. Z. B. im Eichenholz ſind 0,4943 Kohlenſtoff und 0,0607 Waſſerſtoff, welches giebt $0{,}4943 \times 2{,}666 + 0{,}0607 \times 8 = 1{,}318 + 0{,}485 = 1{,}803$. Zieht man davon den Sauerſtoffgehalt des Eichenholzes, nämlich 0,445, ab, ſo bleibt $1{,}803 - 0{,}445 = 1{,}358$ zur Verbrennung nöthiger Sauerſtoff, entſprechend 17,58 Blei oder 39,8 Gewichtstheilen Waſſer, welche von 1 Theile Eichenholz auf 100° C. erhitzt worden. Sämmtliche oben angeführte Elementaranalyſen der Brennſtoffe ſind demnach als ebenſo viele Heizkraftbeſtimmungen zu betrachten und in dieſem Geſichtspuncte mit den directen Verſuchen, nach Berthier's Methode, hier zuſammengeſtellt, wie ſie theils von ihm ſelbſt, theils von Winkler, Karmarſch und Anderen gemacht wurden.

Digitized by Google

1. Die Holzarten.

Namen derſelben.	Gewöhnlich trocken Berthier: Liefert durch Reductions-Gewichtstheile Blei.	Gewöhnlich trocken Berthier: Erwärmt daher von 0° — 100° C. Pfd. Waſſer.	Mit 9 Procent Waſſergehalt Winkler: Liefert durch Reductions-Gewichtstheile Blei.	Mit 9 Procent Waſſergehalt Winkler: Erwärmt daher von 0° — 100° C. Pfd. Waſſer.	Vollkommen ausgetrocknet. Schoedler und Peterſen: Bedarf zur vollſtändigen Verbrennung G. Th. Sauerſtoff.	Vollkommen ausgetrocknet. Schoedler und Peterſen: Erwärmt daher von 0° — 100° C. Pfd. Waſſer	Ein Pfund bedarf zur vollkommenen Verbrennung Luft von 19° C.: Pfd.	Ein Pfund bedarf zur vollkommenen Verbrennung Luft von 19° C.: C. F. heſſiſch.
1 G. Th. Eichenholz	12,5	28,3	14,05	31,82	1,358	39,82	5,83	154,4
„ Eſchenholz			14,96	33,89	1,356	39,76	5,82	154,2
„ Ahornholz	13,1	29,7	14,16	32,07	1,394	40,85	5,98	148,4
„ Buchenholz	13,7	31,0	14,00	31,71	1,346	39,44	5,78	152,9
„ Birkenholz	14,0	31,7	14,08	31,90	1,356	39,73	5,82	153,0
„ Ulmenholz			14,50	32,84	1,418	41,55	6,08	161,1
„ Pappelholz			13,04	29,54	1,390	40,72	5,96	157,9
„ Lindenholz			14,48	32,80	1,429	41,87	6,13	162,3
„ Weidenholz			13,10	29,67	1,352	39,61	5,80	153,6
„ Tannenholz	14,5	32,8	13,86	31,39	1,408	41,25	6,04	160,0
„ Fichtenholz	13,7	31,0	13,88	31,44	1,392	40,82	5,98	158,2
„ Kiefernholz			13,27	30,06	1,393	40,85	5,98	158,3
„ Hainbuchenh.	12,5	28,3						
„ Erlenholz	13,7	31,0						
„ Lärchenholz					1,408	41,25	6,04	160,0

2. Holzkohlen.

	1 Theil Kohle reducirt Blei nach Berthier.		Erwärmen von 0°—100° C.	Reducirten Blei. (nach Winkler)	Erwärmen Waſſer von 0° — 100° C. (nach Winkler)	Bedarf z. vollkommen. Verbrennung (nach Winkler)
Käuflich	Pappelkohle	30,60	Durchſchnittl. 68 Gew. Thl.	33,56	Im Durchſchnitt 75,7 Thle.	293,5 C. F. Luft v. 19° C. durchſchnittlich.
	Ahornkohle	30,60		33,23		
	Eſchenkohle	29,60		33,23		
	Eſpenkohle	29,5				
Sogleich nach dem Ziehen i. Flaſchen geſchl.	Tannenkohle	22,3	Durchſchnittl. 72 Gew. Thl.	33,51		
	Erlenkohle	32,4				
	Birkenkohle	31,4		33,74		
	Eichenkohle	31,3		33,74		
	Buchenkohle			33,57		
	Ulmenkohle			33,26		
	Lindenkohle			32,79		
	Weidenkohle			33,49		
	Fichtenkohle			33,53		
	Kiefernkohle			33,62		

3. Torfarten.

Fundort.	Berthier. Reduc. a. Glätte G. Th. Blei.	Berthier. Erwärmt G. Th. Waſſer a. 100° C.
1 G. Th. von Troyes .	8,0	18,1
1 G. Th. von Ham, Dep. la Somme . .	12,3	27,9
1 G. Th. von Baſſy, Dep. la Marne . .	13,0	29,2
1 G. Th. von Framont, Dep. des Vosges .	15,4	34,9
1 G. Th. von Iſchour, Dep. des Landes .	15,3	34,6
1 G. Th. von Königsbrunn (Würtemberg.)	14,3	32,4

Fundort.	Winkler.	
	Reducirt a. Glätte G. Th. Blei	Erwärmt G Th. Waſſer a. 100 °C.
Unter 24 Sorten aus dem Erzgebirge die geringſte.	11,9	26,9
— — beſte .	18,8	42,6
	Griffith.	
Von Allenn Irland oberer	27,7	62,7
" " unterer .	25,0	56,6
" " gepreßter T.	13,7	28,0

Bei einer ausgedehnten Unterſuchung von mehr als 100 hannöveriſchen Torfſorten fand Karmarſch zwar bedeutende Verſchiedenheiten der einzelnen Sorten, welche ſich weder an Alter noch ſonſtige Merkmale derſelben beſtimmt anſchließen, aber doch in Bezug auf erſteres folgende Mittelwerthe geben, nämlich: 1., Junger Torf und zwar a, gelber Raſentorf verdampfte per Pfd. 1,78 Pfd. Waſſer, b, brauner und ſchwarzer 2,03 Pfd. 2., Alter Torf und zwar a, Erdtorf 1,98. b., Pechtorf 2,08 Pfd. Ueberhaupt ſchwankte die von einem Pfd. verdampfte Waſſermenge von 49 (bei'm geringſten) bis zu 73,5 Loth (bei'm beſten).

4. Torfkohlen.

Urſprung.	Berthier. Reducirt Blei aus Glätte G. Th.	Berthier. Erwärmt Waſſer aus 100° C. G. Th.
1 G. Th. von Crouyſu-Duroq Dep. Seine u. Marne	17,7	40,1
— Ham . . .	18,4	41,7
G. Th. von Esſonne in Paris häufig conſum. v. Framont, und Torf von Champ du feu .	26,0	58,9

5. Braunkohlen.

Fundorte	Berthier. Reducirt aus Glätte Blei G. Th.	Berthier. Erwärmt Waſſer v. 0° — 100° C. G. Th.
1 G. Th. Gemeinde Dauphin, baſſes Alpes .	25,3	57,3
St. Martin de Vaud, Kanton Waadt	22,6	51,2
Minerme, Dep. de l'Aude	22,8	51,6
Gardane, Bouches du Rhône	22,0	49 8
Fuveau	21,0	47,6
Enfant Dort . . .	21,0	47,6
Koep Fuarch, Zürcher See	20,7	46,9
St. Lon, baſſes Pyrenées	20,3	46,0
Val-Pineau, D. Sarthe	19,25	43,6
Gewöhnliche deutſche .	18 40	41,7
Edon, Dep. de la Charente	17,0	38,5
Alpheus, Griechenl. .	16,3	36,9
Triphilis . . .	16,3	36,9
Kumi . . .	15,8	38,8
Elbogen, Böhmen . .	18,2	41,2

Digitized by Google

5. Braunkohlen.

Fundorte	Kühnert.	
	Bedarf G. Th. Sauerſtoff.	Erwärmt G. Th. Waſſer v. 0° — 100°
1 G. Th. Erdige Braunkohle, ſtängl. Meißner.	2,01	58,9
Pechkohle von da . .	1,59	46,6
Dieſelbe, Ringkuhl .	1,69	49,5
Dieſelbe, Habichtswald	1,60	46,9
Glanzkohle, Ringkuhl .	1,93	56,5
Pechkohlenart. Habichtswald	1,49	43,6
Unterſte Schicht, Ringk.	1,49	43,6
Mittlere „ „ .	1,50	43,9
Stillberger	1,41	41,3
Lignit vom Meißner .	1,47	43,1
„ von Laubach .	1,75	51,3
	Regnault.	
	Bedarf G. Th. Sauerſtoff.	Erwärmt G. Th. Waſſer v. 0° — 100°
Erdige Kohle von Dar	2,138	62,6
von Bouches du Rhône	1,889	55,3
Niederalpen	1,669	48,9
Griechenland	1,784	52,3
Köln	1,824	53,4
Usnach	1,590	46,6
Helmſtedt, Grube Prinz Wilhelm . . .	2,017	59,1
„ andere Grube . .	2,183	63,9
Schöningen, Gr. Treue	1,876	54,9
„ andere Grube .	1,860	54,5

Digitized by Google

6. Steinkohlen.

Art und Fundorte der Kohle	Berthier.		
	Redc. a. Glätte G. Th. Blei	Erwärmt G. Th. Waſſ. a. 100° G.	nach den vorhandenen Analyſen
a. Backkohlen			
1 G. Th. v. Dowlais in Wallis	31,8	72,0	
Glamorgan	31,2	70,7	
Eſchweiler bei Aachen .	31,0	70,2	69,7
Lippe-Schaumburg .	30,9	70,0	80,0
Newcaſtle	30,9	70,0	71,5
Carmeau bei Alby . .	30,1	68,2	
Rive de Gier, grand croix	29,6	67,0	78,0
Mons, Bouleau-Fontaine-Madame	29,0	65,7	
Cannelcoal, Wigan . .	28,3	64,4	76,0
Mons, Grand-Gaillet .	28,1	63,6	
Rochebelle bei Alais .	27,6	62,5	79,7
Mons, Grb. uvll. Alliance	27,4	62,4	
Bonchamp, Haute Saône	27,3	61,8	
Beſſèges, Aveyron . .	27,0	61,1	
St. Pierre la Cour, bei Mayenne	27,0	61,1	
Epinac, Saône u. Loire	26,8	60,7	72,8
Aus Oviedo in Aſturien	26,1	59,1	
Treuil-Grube bei St Etienne	25,4	57,5	
Belleſtat, Aude, ſog. Jayet	24,4	55,2	
Jayet (unbek. Fundort) .	23,3	52,8	
b. Sinterkohlen.			
Cherrycoal, Derbyſche .	27,2	61,6	
Weiche Kohle „ „	26,3	59,5	

Digitized by Google

6. Steinkohlen

Art und Fundort der Kohle	Berthier. Redc. a. Glätte G. Th. Blei	Berthier. Erwärmt G. Th. Waſſ. a. 100° C.	Nach den vorhandenen Analyſen
Oviedo in Aſturien . .	26,1	59,1	
Cannelcoal v. Glasgow.	24,9	56,4	
St. Georges de Lavencas, Aveyron , . . .	24,0	54,5	
Cannelcoal v. Lancaſh .	23,5	53,2	
Dmbrova, Schleſien .	21,2	48,0	
Salin, Jura	21,0	47,5	
Vazas, Slavonien . .	19,4	43,9	
c. Sandkohlen			
Durham	31,6	71,6	
Rolduc bei Aachen . .	31,0	70,2	80
Zinsweyer bei Offenberg	22,2	50,3	

7. Coaks.

Art derſelben	Berthier. Reducirt a. Glätte G. Th. Blei.	Berthier. Erwärmt Waſſer v. 0° a. 100 C. G. Th.
1 G. Th. à la Garre, aus Kohle v. St. Etienne	82,5	65,6
aus Kohlen v. Beſſèges	28,4	64,3
von Rive de Gier . .	26,0	58,9
Gaskohle von Paris .	22,2	50,3

8. Anthracit.

Fundort.	Berthier		
	N. a. Glätte G. Th. Blei.	Erw. Pf. Waſſer a. 100° C. G. Th.	Nach den Analyſen Pf. Waſſer.
1 G. Th. v. Lamure bei Grenoble . .	31,6	71,5	72,8
von Pennſylvanien .	30,5	69,1	75,6
von Laval la Chaumière	33,0	74,7	
von Laval la Baconière	26,6	60,2	
von Corbattière in Savoyen	26,7	60,5	

Zur vollſtändigen Verbrennung erfordert nach den gegebenen Beſtimmungen und Analyſen außerdem 1 Pfd. Torf 70 bis 134 C. F. Luft von 19° C., bei mittleren Sorten 149 C. F.; 1 Pfd. Torfkohle 155 bis 228 C. F.; 1 Pfd. Braunkohle nach den Bleibeſtimmungen 139 bis 222, nach den Analyſen 160 bis 248 C. F.; 1 Pfd. Steinkohlen nach den Bleibeſtimmungen 170 bis 279, bei mittlerer Güte 228 C. F., nach Richardſon's Analyſen 248 bis 303, nach Regnault's für die des Kohlengebirgs 320 bis 332, der ſecundären Formation 293 bis 326 C. F., 1 Pfd. Coak 194 bis 250 C. F.; 1 Pfd. Anthracit nach den Bleibeſtimmungen 233 bis 277, nach Regnault's Analyſe 312 C. F. Bei der angegebenen Temperatur wiegt 1 C. F. 0,03794 Pfd.

Einfluß der Zeit, in welcher die Brennſtoffe ihre Wärme entwickeln.

Die bis jetzt angefü rten Zahlen, welche alſo das Verhältniß der aus den Brennſtoffen entwickelten Wärmemengen angeben, ſcheinen von vorn herein mit den Erfahrungen des täglichen Lebens in grellem

Widerſpruche zu ſtehen. Während man z. B. aus den harten Hölzern in den meiſten Fällen mehr Wärme erhält, ſtellen nichtsdeſtoweniger die Verſuche das Lindenholz an die Spitze und die weichen Hölzer überhaupt höher. Die genauen Analyſen von Schoedler und Peterſen laſſen nun die wahre Bedeutung der practiſchen Erfahrung auf eine genügende Weiſe erkennen; ſie zeigen nämlich, daß, während die reine Holzfaſer genau ſoviel Waſſerſtoff enthält, als zur Waſſerbildung mit dem Sauerſtoff erforderlich — alſo im Verhältniß von 1 zu 8 — daß die eigentlichen Hölzer mehr davon enthalten, als dem entſpricht, einen Ueberſchuß, welcher bei den einzelnen Arten ſehr ungleich, im Allgemeinen aber ſehr bedeutungsvoll iſt. So ſetzen die 44,5 Sauerſtoff im Eichenholz; es ſind aber 6,07$\frac{8}{0}$ vorhanden, folglich beträgt der Ueberſchuß 6,07 — 5,562 = 0,508$\frac{8}{0}$, oder 5,08 auf 1000 Th. Holz. Auf gleiche Art findet man auf 1000 Theile

überſchüſſiger Waſſerſtoff		überſchüſſiger Waſſerſtoff		überſchüſſigen Waſſerſtoff	
Eichenholz	5,08	Ulmenholz	10,00	Tannenholz	9,50
Eſchenholz	5,05	Pappelholz	8,20	Fichtenholz	8,80
Ahornholz	8,30	Lindenholz	13,90	Kiefernholz	7,70
Buchenholz	6,50	Weidenholz	7,00	Lärchenholz	8,60
Birkenholz	7,50				

Bei der Erhitzung des Holzes wird dieſer Waſſerſtoffüberſchuß vorzugsweiſe zur Bildung von gas- und dampfförmigen Kohlenwaſſerſtoffen, und mithin zu Hinterlaſſung einer geringeren Menge Kohle — von der derſelbe einen großen Theil mit wegführt — Veranlaſſung geben. Gerade dieſe Gaſe und Dämpfe ſind es nun, welche mit ſo großer Leichtigkeit verbrennen und das bilden, was man die Flamme nennt. Chemiſch zeichnen ſich alſo die leichten Hölzer durch

einen größeren Ueberſchuß an Waſſerſtoff aus, welcher bewirkt, daß der erſte Act ihrer Verbrennung — die Flammenverbrennung — ſich auf Koſten des zweiten — der Kohlenverglimmung — ausdehnt; ſie werden demnach im Allgemeinen viel leichter brennen, oder, was daſſelbe beſagt, ihre Wärme in kürzerer Zeit entwickeln, als die harten — was man ſehr paſſend ihre größere Entzündlichkeit nennen kann — eine Wärmemenge, welche um deswillen an und für ſich größer ſeyn muß, weil 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff gerade dreimal ſoviel Sauerſtoff bindet (alſo auch dreimal mehr Wärme entwickelt), als 1 Gewichtstheil Kohlenſtoff. Nun ſind aber unſere Heizeinrichtungen meiſt der Art, daß ſie eine geraume Zeit bedürfen, um die Wärme, welche ein Brennſtoff darin entwickelt, aufzunehmen und der Umgebung, welche ſie genießen will, auf eine paſſende Weiſe zuzuführen. Findet die Entwicklung zu raſch ſtatt, ſo iſt dieſe Zeit nicht gegeben und ein Theil der Wärme entweicht unbenutzt, ohne der Umgebung zuzufließen. Wenn ſich daher die Erfahrung für die harten Hölzer ausſpricht, ſo meint ſie damit nur, daß die weichen Hölzer ihre an und für ſich größere Wärmemenge auf eine Weiſe von ſich geben, welche in den Oefen ꝛc. mit bedeutend größerem Verluſt verknüpft iſt, ohne ihnen dieſelbe abzuſprechen, und umgekehrt. Aus dieſem Grunde giebt man da, wo es ſich darum handelt, eine ſehr intenſive Hitze zu erzeugen, wie bei Porcelanofenfeuern, den weichen Hölzern unbedingt den Vorzug. Was für die Hölzer geſagt wurde, gilt mehr oder weniger auch für die anderen Brennſtoffe.

Außerdem hängt die Zeit, welche dieſelben zur Verbrennung, alſo auch zur Wärmeentwicklung erfordern, beträchtlich von dem Grade der Zertheilung, oder dem Umfange der Scheite, Kohlenſtücke, Torfziegel

Digitized by Google

ꝛc. ab, in welchem ſie bei der Heizung dem Feuer geboten werden. Ein beſtimmtes Gewicht Holz, z. B. in feinen Spänen angewendet, wird mit der verbrennenden Luft leicht in hundertfach größere Berührung kommen, als in Geſtalt eines einzigen compacten Stücks. Im erſten Falle würden auch vielleicht hundertmal mehr Holztheilchen zu gleicher Zeit zum Verbrennen kommen, als in anderen, und die Wärmeentwicklung wird in demſelben Maße raſcher verlaufen. Während das compacte Stück ſich langſam verzehrt und ſeine Umgebung (die Ofenwände) ſtundenlang auf einer mäßigen Temperatur zu erhalten vermag, werden die Hobelſpäne dieſelbe minutenlang zum Glühen bringen. Dieſer Umſtand iſt für die Praxis von vielem Einfluß. So gewiß nämlich die Entzündlichkeit (die Menge, welche in einer gegebenen Zeit verbrennt) anfangs mit der Zerkleinerung wächſt, eben ſo gewiß wirkt dieſe letztere, über einen gewiſſen Punct getrieben, ſchnell im entgegengeſetzten Sinn, um die Verbrennlichkeit zuletzt gänzlich aufzuheben. Kohlenſtaub, Sägeſpäne, zermalmte Steinkohlen der beſten Qualität, pulveriger Torf u. ſ. f. hören gänzlich auf, Brennſtoffe zu ſeyn, weil, welches die Heizvorrichtung auch ſeyn mag, die einzelnen Theilchen ſich zu dicht aufeinander legen, als daß noch Zwiſchenraum für den Luftzug bliebe; in dieſer Form ſind ſie werthlos. Nur backende Steinkohlen können aus dieſem Zuſtande in compacte Coaks umgewandelt und verwerthet werden. Brennſtoffe, welche in der Hitze zerfallen, ohne wieder zu backen, theilen dieſen Uebelſtand. — Man verwerthet ſehr häufig ſtaubförmige Abfälle von Torf und Holzkohlen, ſowie Grubenklein dadurch, daß man dieſelben mit ſoviel aufgeweichtem Thon vermengt, als zum Binden der Maſſe nöthig iſt, und Ziegel daraus ſtreicht, welche man trocknet und als geringeres

Brennmaterial unter dem Namen Briquettes oder Brennziegel verkauſt. Ebenſo zweckmäßig iſt es, ſich des Grubenkleins von Backkohlen als Bindemittel zu bedienen. Ein Theil guter Schmiedeguß von St. Etienne vermag z. B. mit 2 bis 3 Theilen Braunkohle einen zuſammenhängenden Coak zu bilden; eine jede Schaufel dieſes Gemenges giebt daher auf der Gluth nach wenigen Augenblicken ein compactes Stück, welches ebenſo gut brennt, als ganze Kohlen.

Nach Allem, was über die Natur der Brennſtoffe geſagt wurde, iſt es einleuchtend, daß man die „Erfindung" eines neuen der Art nur als ein Unding betrachten kann; man hat immer nur darunter die Zugutemachung von Abfällen zu verſtehen, welche im glücklichen Falle allerdings den natürlichen Stoffen gegenüber gewiſſe Vortheile gewähren können. Wären z. B. die gerühmten Vorzüge des ſogenannten, von Weſchnaekoff erfundenen Carboleins (eines Gemenges von Kohlenklein und wahrſcheinlich abgängigem Fett) gegründet, ſo würde ſein höherer Preis durch eine im Vergleich mit Steinkohlen concentrirtere Heizkraft für die Dampfſchifffahrt Nutzen verſprechen. So bedarf das Dampfboot „Mammuth" von 1000 Pferden Kraft zu ſeiner Fahrt 81884 C. F. (2240 Tonnen) Steinkohlen; nach gemachten Beobachtungen gingen per Pferdekraft nur 0,643 mal ſoviel Carbolein als Kohlen auf, welches zudem bei gleichem Gewicht einen nur 0,98 mal ſo großen Raum einnehmen ſoll. Es würden daher 63 C. F. Carbolein ſoviel leiſten, als 100 C. F. Kohlen, oder zu einer Fahrt nur 51587 C. F. davon nöthig ſeyn, wodurch auf dem Schiffe (81884—51587) nahe 30,000 C. F. Raum erſpart werden, welche, da man die Fracht per C. F. und zwar zu 3 Fl. rechnet, immer noch einer Erſparniß von 82000 Fl. gleichkommen, wenn man

7700 Fl. abzieht, welche jene Quantität Carbolein mehr koſtet. —

Sämmtliche angeführten Verſuche geben vergleichungsweiſe die Wärmemengen, welche möglicher Weiſe aus den Brennſtoffen entwickelt werden können, in Gewichtstheilen Waſſer ausgedrückt, welche dadurch auf 100° erwärmt werden; ſie geben alſo die Quantitäten Wärme an, welche im höchſten Fall daraus hervorgehen. Zieht man nun damit die Wärmemenge in Vergleich, welche man bei dem jetzigen Standpuncte der Induſtrie denſelben in der Praxis nutzbar und überhaupt abzugewinnen verſteht, ſo zeigt ſich, daß dieſe, der Theorie gegenüber, außerordentlich gering iſt. Es muß alſo ein beträchtlicher Theil der Wärme, welche die Brennſtoffe repräſentiren, in der Ausübung entweder gar nicht entwickelt, oder doch wieder unbenutzt verloren werden. Beides iſt der Fall; um aber die Quellen dieſes Verluſtes beſſer einzuſehen, iſt es nöthig, ſich zuvor von den Grundſätzen der Heizung ſelbſt Kenntniß zu verſchaffen.

Allgemeine Grundſätze der Heizung. —

Die Anwendung der Brennſtoffe zu practiſchen Zwecken wird die Heizung genannt und hat die Aufgabe, die Wärme aus denſelben ſo vollſtändig wie möglich in geeigneten Vorrichtungen (Oefen, Feuerzeugen) zu entwickeln und mit dem geringſten Verluſt ihrer Beſtimmung zuzuführen. Dieſe letztere iſt entweder eine rein gewerbliche, inſofern die entwickelte Wärme als Beihülfe zur Verwandlung von Rohſtoffen in Gegenſtände unſerer Bedürfniſſe dient — alle Fälle des Glühens, Schmelzens, Siedens, Röſtens, Schmiedens ꝛc. gehören hierher — oder eine dem täglichen Leben angehörige, nämlich die Erwärmung der Räume, worin man ſich während der kalten Jahreszeit aufhält, die eigentliche Zimmerhei-

Digitized by Google

zung. Es wird hier auch zunächſt von dieſer ausſchließlich die Rede ſeyn.

Allgemein genommen beſteht ſie darin, daß die in dem Raume enthaltene Luft von dem Brennſtoff auf einer unſern phyſiſchen Anforderungen entſprechenden Temperatur gegen die Kälte außerhalb erhalten wird. Zufällig iſt nun die Fähigkeit der Luft, die empfangene Wärme durch ihre Maſſe hindurch fortzupflanzen, äußerſt gering, und ihre Erwärmung würde auf dieſem Wege ſehr ſchwierig und langſam von Statten gehen, wenn nicht ſchon im Anfange derſelben eine Strömung entſtände, welche man als die hauptſächlichſte Verbreiterin der Wärme anzuſehen hat. Die mit dem erhitzten Medium (der Ofenfläche) zunächſt in Berührung ſtehende Luftſchicht erfährt nämlich mit der Temperaturerhöhung ſogleich eine Vermehrung ihres Volums und ſomit eine Verminderung ihres eigenthümlichen Gewichts, wodurch ſie von der kälteren von der Stelle gerückt und genöthigt wird, ſich in die oberſten Regionen des Raums zu begeben. Die kältere erfährt dieſelbe Bewegung u. ſ. f., bis nach und nach die ganze Menge der Zimmerluft auf dem Wege dieſer Strömung Gelegenheit gefunden hat, ſich an der heißen Fläche zu erwärmen. Die Geſchwindigkeit einer derartigen Strömung hängt alſo von der Ausdehnung der heizenden Oberfläche überhaupt und der Temperaturdifferenz zwiſchen der bereits erwärmten Luft, oder, was daſſelbe iſt, zwiſchen der Ofenfläche und der noch kalten Luft ab, ſteht dagegen nicht in geradem Verhältniß damit, ſondern iſt der Quadratwurzel derſelben proportional. Hat die Zimmerluft z. B. 15° C. und die Ofenfläche das eine Mal 80° C., das andere Mal 100° C., ſo wird die Strömung im letzten Falle um $\sqrt{\frac{80-15}{100-15}} = \frac{1}{1,14}$ ſchneller ſeyn. Weil ſich endlich

die Wärme von einer Quelle aus, außer durch unmittelbare Berührung, auch durch Strahlung fortpflanzt, ſo werden auf dieſem Wege auch entferntere Luftſchichten erwärmt und durch die Strömung fortbewegt. Auf dieſe Weiſe würde die Heizung der Zimmer ſehr leicht, ſchnell und mit geringem Aufwande von Brennſtoff vor ſich gehen, wenn nicht durch vielfältige Urſachen, welche mehrentheils in der Natur der Sache liegen und niemals zu vermeiden ſind, in den Zimmern eine fortwährende Entziehung von Wärme und Entweichen von erwärmter Luft ſtattfände. Einmal werden die Wände des Zimmers, die Fenſter- und Thürflächen fortwährend Wärme von der Luft aufnehmen und nach Außen abgeben; ferner ſteht die innere Luft, als wärmer und leichter, mit der äußeren nicht im Gleichgewichte, ſondern alle Oeffnungen, wie Ritzen der Fenſter und Thüren und ganz beſonders das Oeffnen derſelben 2c. werden dazu dienen, von Unten kalte Luft herein, von Oben warme Luft hinaus zu laſſen; endlich iſt es für den Aufenthalt im Zimmer durchaus nothwendig, daß die durch's Athmen und die Ausdünſtung verbrauchte Luft ſtets durch friſche erſetzt werde (Ventilation). Nach einer Schätzung von Munke beträgt der angeführte Verluſt, ſelbſt das abgerechnet, was die nothwendige Ventilation dazu beträgt, in 12 Stunden das 5 fache, nach einer andern Schätzung nahe das 6 fache der Wärme, welche nöthig iſt, das in einem Zimmer gewöhnlicher Einrichtung urſprünglich enthaltene Luftquantum auf 20° C. zu erwärmen. Immer wird dieſe Größe für die einzelnen Fälle verſchieden ſein und beſonders ausgemittelt werden müſſen. Zum Theil wird dieſer Schaden durch die Lebenswärme der im Zimmer befindlichen Perſonen, ſowie die durch das Brennen von Lichtern und Lampen hervorgebrachte Wärme aufgehoben; doch bleibt es immer gewiß, daß

der größte Theil der concentrirten Brennſtoffe nicht zur urſprünglichen Erwärmung der Luft in den Zimmern, ſondern vielmehr zur fortwährenden Ausgleichung des beſprochenen Verluſtes dient. Zweckmäßige Einrichtungen, z. B. Doppelfenſter und Doppelthüren, welche eine ſtagnirende Luftſchicht einſchließen, können den letztern weſentlich vermindern. Während eine Thür geöffnet iſt, wird nämlich die warme Luft von Oben aus-, die kalte von Unten einſtrömen, und zwar um ſo ſchneller, je größer der Unterſchied der Temperatur beider iſt.

Darum iſt es vortheilhaft, die Thüren nach erwärmten Vorplätzen gehen zu laſſen. — Es verſteht ſich von ſelbſt, daß bei der verſchiedenen Beſchaffenheit der Localitäten keine Angaben allgemeine Gültigkeit haben können. Uebrigens läßt ſich für jeden Fall die Größe des Verluſtes empiriſch dadurch finden, daß man beobachtet, umwieviel die Temperatur eines Zimmers in einer gegebenen Zeit nach dem Erlöſchen des Feuers ſinkt. — Die Erwärmung der Luft in der angeführten Weiſe geht ſtets von einer Vorrichtung aus, worin die Verbrennung des Materiales und die Fortführung der Wärme ſtattfindet. Bei den tauſendfältigen Formen, welche dieſe Vorrichtungen im Leben annehmen, laſſen ſich drei weſentliche Theile unterſcheiden: der Raum, worin die Verbrennung vor ſich geht, der Feuerraum; der Raum, worin die Hitze ihre Wirkung ausübt; der Heizraum; endlich der Rauchfang, welcher theils zur Hervorbringung des Luftzugs, theils zur Ableitung der Verbrennungspuncte dient. Die beiden Grundbedingungen, welche jede Einrichtung erfüllen muß, ſind: Erhaltung der Temperatur, welche das Material zu ſeiner Verbrennung bedarf und Hinzuführung der dazu erforderlichen Luft (Sauerſtoff). Mangel an dem einen oder andern hat unfehlbar

Digitized by Google

ein unvollkommenes Verbrennen, alſo auch eine unvollſtändige Wärmeentwickelung, zur Folge, ein Umſtand, der in der Praxis niemals ganz vermieden werden kann.

Die zum Brennen erforderliche Luft wird zuweilen, wie bei metallurgiſchen Proceſſen, unabhängig von der Feuerung, durch beſondere Maſchinen in den Brennraum eingeblaſen; oder man benutzt in der Mehrzahl der Fälle, wie in allen Zimmeröfen, Kochheerden, Keſſelfeuerungen ꝛc., die erzeugte Wärme als Kraft, um die Luft nach dem Brennraume hinzutreiben, was vermittelſt der Eſſe (des Rauchfangs) geſchieht, welcher weſentlich nichts Anderes iſt, als ein auf eine beſtimmte Höhe über den Feuerraum ſich erhebender Canal, deſſen Querſchnitt, von irgend einer Form, mit jenem (dem Feuerraum) innerhalb gewiſſer Verhältniſſe bleiben muß und ſowohl oben, als unten mit der äußeren Luft communicirt. Die Luftſäule, welche das Innere der Eſſe einnimmt, wird von einer äußeren Säule deſſelben Umfangs im Gleichgewicht erhalten, ein Zuſtand, der aber von dem Augenblicke an aufhört, wo das Feuer auf die innere Säule erwärmend einwirkt, dieſe ausdehnt und ſpecifiſch leichter macht. Das Gleichgewicht iſt geſtört, die äußere Luft ſucht in den Raum, welchen die nunmehr aufſteigende innere verläßt, nach zu fallen, dort angekommen, ſich ebenfalls zu erwärmen, einer neuen Quantität kalter Luft Platz zu machen, u. ſ. f.; es wird mit einem Wort ein Luftzug entſtehen, welcher ſo lange dauert, als die Verbrennung. Das Uebergewicht der äußeren Luft wächſt und fällt mit der Höhe der Eſſe und der Temperatur in derſelben. Bekanntlich wird die Luft bei je 1° C., um welchen ſie erwärmt wird, zugleich um $\frac{1}{271}$ ihres vorigen Volums ausgedehnt; in einem Canale von gleichbleibendem Querſchnitte wird aber

eben dieſes geradezu durch die Höhe gemeſſen. Bezeichnet h die Höhe des Schornſteines, t den Temperaturunterſchied der äußeren und inneren Luft, ſo hat man $h - \frac{h\ t}{274} = h\left(1 - \frac{1}{274}\right) = h'$ für die Höhe der inneren Luftſäule, welche ſie bei der Temperatur der äußeren einnehmen würde. Die erſtere iſt alſo gleichſam um $h - h'$ oder $h - h\left(1 - \frac{1}{274}\right) = \frac{h\ t}{274}$ kürzer, als die letztere, ein Höhenunterſchied, welcher von dieſer durchfallen werden muß, um in die Eſſe einzuſtreichen. Die Geſchwindigkeit, welche ſie nach Beendigung des Falles erlangt hat, iſt nun überhaupt diejenige, womit ſich die Luft in der Eſſe bewegt und nach dem Geſetz des freien Falles doppelt ſo groß, als die während des Falles erfolgte Beſchleunigung. Für den vorliegenden Fall, wo $s = \frac{h\ t}{274}$ iſt, hat man daher $c = 2\sqrt{g\frac{h\ t}{274}}$ für die Geſchwindigkeit, welche der Theorie nach erfolgen müßte. Die gegebene Formel beruht aber auf Vorausſetzungen, welche in der Praxis niemals ſtattfinden, und die Erfahrung hat gelehrt, daß die wirkliche Geſchwindigkeit in einer Eſſe, wegen Unregelmäßigkeit der Wände, gehemmten Eintritts der Luft durch Roſt und Brennſtoff, veränderter chemiſcher Beſchaffenheit derſelben u. ſ. f., ſo ſehr hinter der theoretiſchen Berechnung zurückbleibt, daß dieſe letztere zur Berechnung der erſteren nicht unmittelbar benutzt werden kann.

Zum Theil laſſen ſich die angeführten Umſtände in Berechnung ziehen, ſo weit wenigſtens, als es zum Verſtändniß der Art ihrer Einwirkung erforderlich iſt. Als weſentliches Hinderniß iſt die Reibung

Digitized by Google

anzuſehen, welche der Luftſtrom an der inneren Eſſenfläche erfährt; ſie beſteht darin, daß die Kraft des Luftſtromes bei ſeinem Anprallen an die hervorragenden Theile der rauhen Fläche theilweiſe gebrochen wird und daher wachſen muß mit der Anzahl dieſer Theile, d. i. der Länge des Schornſteines und der Gewalt, mit welcher das Anprallen geſchieht, d. i. der Geſchwindigkeit des Zugs und hängt endlich von der Natur des Materials ab, woraus die Eſſe beſteht. Gewöhnliche Mauer mit Kalkmörtelverputz bietet ungleichmehr Reibung, als Gußeiſen oder Blech. Begreiflicher Weiſe wird ein enger Schornſtein unter gleichen Verhältniſſen ungünſtiger wirken, als ein weiter, weil bei dem letztern bei Weitem der größere Theil der Luftmaſſe durch den Kern des Kamins geht und die Wand nicht berührt. In einem ganz engen Canale wird zuletzt jedes Lufttheilchen daran anſtoßen. Allgemein alſo fällt der Einfluß der Reibung mit dem wachſenden Durchmeſſer. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die wirkliche Geſchwindigkeit des Zuges, ſelbſt nach Berückſichtigung der genannten Einflüſſe, deren Größe man durch Verſuche feſtgeſtellt hat, noch immer merklich geringer iſt, als die Berechnung ergiebt. Es erklärt ſich dies aus der Mitwirkung von Zufälligkeiten, wie z. B. nachläſſigem Bewurf, Anhäufen von Ruß, Verlegung des Roſtes durch Aſche und Brennſtoff ꝛc., welche in der Praxis ſtets mehr oder weniger vorhanden ſind. Da man in der Vergrößerung des Durchmeſſers und der Temperatur des Schornſteines Mittel hat, die vorhandene Reibung zum Theil aufzuheben, ſo iſt es intereſſant zu wiſſen, wie weit dieſe in der Praxis zuläſſig ſind. — Zunächſt iſt nach dem Obigen einleuchtend, daß die Nachtheile, welche aus der Erhöhung der Schornſteine folgen, durch deren gleichzeitige Erweiterung ausgeglichen werden können; aber

die Rechnung weiſ't aus, daß dieſer Vortheil aufhört, wenn die Höhe das 30 bis 40fache des Durchmeſſers der (runden) Eſſe beträgt, alſo ſehr früh. Durch ein ſinnreiches Mittel iſt man im Stande geweſen, dieſe enge Grenze zu überſchreiten. Es beſteht darin, daß man die Eſſe bei gleichbleibender Einmündung für ihre übrige Länge plötzlich einen viel größeren Durchmeſſer annehmen läßt. Dadurch wird die nöthige Luftmenge nach wie vor mit gleicher Schnelligkeit durch Roſt und Brennmaterial einſtrömen, — und dies iſt ja der wahre practiſche Zweck des Zuges, — um ſich aber ſogleich in dem weiteren Canale auszubreiten und in Folge deſſen auch ebenſoviel Mal langſamer durchzuſtrömen, was nach Oben nicht anders geſchehen kann, als unter einer mit der Geſchwindigkeit verminderten Reibung. Der Berechnung nach iſt der höchſte Vortheil ungefähr dann, wenn die Weite der Einflußmündung ¼ von der des Schornſteins iſt, denn man begreift ſogleich, daß mit der Erweiterung deſſelben die Maſſe der Wände und damit die Größe der Abkühlung wächſt, welche ſie bewirken. Es giebt alſo dabei einen Punct, wo der Vortheil der verminderten Reibung und der Nachtheil der Abkühlung einander aufheben. — Nach dem Princip der Eſſen muß der Zug darin in dem Maaße zunehmen, als die Temperatur im Innern die äußere überwiegt; dies geſchieht übrigens nur in geringerem Verhältniſſe (der Quadratwurzel nämlich), als in dem der Temperaturerhöhung, ſo daß über 250° hinaus keine Zugvermehrung mehr folgt, wenn die Höhe der Eſſe das 20fache ſeiner Weite iſt. Wenn ein Theil des Kamins geneigt oder horizontal läuft, ſo hat dies an und für ſich keinen großen Einfluß, wenn dadurch die Geſammthöhe nicht beeinträchtigt wird; doch darf nicht überſehen werden, daß ſowohl die Reibung als Abkühlung um Einiges vermehrt werden.

Verengerungen hinter der Einflußmündung ſind dagegen ſorgfältig zu vermeiden. Endlich verdient bemerkt zu werden, daß der Einfluß des Windes in der Regel ſtörend wirkt und ſchwerer zu umgehen iſt; es kann dies nur ſo geſchehen, daß man den Schornſtein, mithin den Zug, ſoviel erhöht, daß dieſe Störung überwunden wird, oder dadurch, daß an der Mündung deſſelben beſondere Vorrichtungen angebracht werden, welche dieſelbe auf eine gewiſſe Höhe vom Druck deſſelben frei halten. Der Umſtand, daß die Sonnenſtrahlen, wenn ſie zu gewiſſen Zeiten in den Kamin einfallen, den Zug hemmen, oder „den Rauch zurückdrücken", iſt nicht genügend erklärt.

Der wichtigſte Theil des Feuerraumes iſt die Unterlage für den Brennſtoff; inſofern dieſelbe durchbrochen iſt, um den Zutritt für die Luft zu vermitteln, wird ſie Roſt genannt. Die Zwiſchenräume des Roſtes ſollen weit genug ſein, um die Aſche hindurch zu laſſen, zugleich aber auch ſo eng ſein, um die unverbrannten Kohlen zurückzuhalten; ferner bilden dieſelben zuſammengenommen die Eintrittsöffnung der Eſſe. Wie daraus hervorgeht, iſt die Geſtalt der Roſtſtäbe, ſowie deren gegenſeitiger Abſtand von vielem Einfluſſe auf den Zug. Der Querſchnitt der Stäbe muß ſtets von der Art ſein, daß die Roſtöffnungen ſich nach Unten erweitern; dieſe letzteren müſſen, ſtreng genommen, eine Oeffnung bilden, welche zu dem Querſchnitte der Eſſe in dem oben abgeleiteten beſten Verhältniſſe (1 zu 4) ſteht. Nun iſt aber in der Ausübung ein großer, wechſelnder, von der Form des Brennſtoffs abhängender, nur durch Erfahrung zu ermittelnder Theil der Roſtfläche wegen des aufliegenden Brennſtoffes verſchloſſen und unwirkſam. Nach der Erfahrung muß die Summe der Zwiſchenräume wenigſtens 4 Mal ſo groß, als die aus dem Eſſenquerſchnitte berechnete, alſo dieſem gleich ſein,

Digitized by Google

um gehörig zu wirken und hängt mithin von der Menge des Materials ab, welches der Feuerraum in einer gegebenen Zeit verbrennen ſoll. Je größer die Heizkraft eines Brennſtoffs, um ſo weiter kann die lichte Roſtfläche, je geringer, um ſo enger kann dieſelbe ſeyn. Bei Holz kann der Roſt zuweilen gänzlich wegbleiben, um durch eine in der Heitzthüre angebrachte Oeffnung erſetzt zu werden. Die Form des Roſtes iſt weniger weſentlich, kann aber, wenn ſie das regelmäßige Zuſammenſinken des Brennſtoffs befördert, alſo vertieft, korbförmig ꝛc. iſt, den Erfolg der Heizung merklich unterſtützen.

Um die Natur der verſchiedenen Heizeinrichtungen beſſer einzuſehen, iſt es nothwendig, ſich daran zu erinnern, daß die aus einem Brennſtoffe entwickelte Wärme auf zweierlei Weiſe auf die Umgebung übertragen wird, nämlich durch Strahlung und durch unmittelbare Berührung. Péclet*) hat mittelſt eines ſinnreichen Apparates dieſe Verhältniſſe unterſucht, indem er den in einem runden Drahtkorb eingeſchloſſenen Brennſtoff mit einem ringförmigen Gefäße in der Art umgab, daß die bekannte in dieſem enthaltene Waſſermenge einzig und allein durch Strahlung von der Oberfläche des kugelförmigen Korbes aus erwärmt werden konnte. Durch Vergleichung der Größe der ſtrahlenden Oberfläche mit der Menge und Temperatur des erwärmten Waſſers fand ſich, daß die ſtrahlende Wärme bei'm Holze $\frac{1}{4}$, bei der Holzkohle $\frac{1}{2}$, bei der Steinkohle ungefähr ebenſoviel und bei'm Torf und der Torfkohle $\frac{5}{12}$ der ganzen entwickelten Wärmemenge beträgt. Immer iſt alſo die ſtrahlende Wärme ſo ziemlich der kleinere Theil, und ſchon darum ſind die Einrichtungen, wel-

*) Siehe deſſen Feuerungskunde, Bd. 142 des neuen Schauplatzes der Künſte und Handwerke.

che nur vermittelſt dieſer die Erwärmung der Zimmerluft bewerkſtelligen, ſehr vortheilhaft. Deſſen ungeachtet gehören dieſe Einrichtungen, welche man Kamine nennt, zu den älteſten und ſind noch jetzt in Frankreich und England die gewöhnlichen. Die Eſſe geht wie gewöhnlich in das Zimmer und breitet ſich an dem untern Theile in der Höhe von einigen Fußen zu einer vorn offenen Niſche aus, auf deren Boden ſich eine Art Korb oder Roſt für den Brennſtoff befindet, in der Art, daß das Feuer eigentlich frei im Zimmer brennt, aber dabei der Rauch ſeinen Abzug findet. Die Luft ſtrömt alſo aus dem Zimmer nach dem Feuer, erwärmt ſich dort und entweicht alsdann — darin liegt der große Nachtheil — unmittelbar in die Eſſe, ohne irgend eine Gelegenheit, einen Theil ihrer Wärme vorher nutzbar abzugeben. Dazu kommt noch, daß die Maſſe der zuſtrömenden Luft bei einem freien Feuer nicht geregelt werden kann und mithin eine beträchtliche Menge der bereits erwärmten Zimmerluft durch den Zug unnützer Weiſe weggerafft wird. Der einzige Weg, welcher dem Feuer offen ſteht, ſeine Hitze an dieſe abzugeben, iſt demnach die Strahlung. Alle an den Kaminen durch Rumford u. A. angebrachte Verbeſſerungen haben daher theils zum Zwecke, die Strahlung nach dem Zimmer möglichſt zu erleichtern, theils die Wärme der entweichenden Zugluft, ſo weit dadurch der nöthige Zug nicht leidet, dahin nutzbar abzuleiten, und ſind endlich darauf berechnet, denſelben zu regeln. Zu dem Ende hat man den Roſtkorb, worin das Brennmaterial enthalten iſt, ſoviel als möglich von der Kaminwand nach Vorn gerückt und die Niſche deſſelben ſo geſtaltet, daß deren innere Fläche, gleichſam wie der Reflector einer Laterne, die Wärmeſtrahlen auffängt und nach dem Zimmer ſendet; man hat ferner die Kaminöffnung verengert und mit Schiebern

verſehen und dadurch einen Verluſt an Wärme verringert, der deſſenungeachtet noch viel größer bleibt, als bei den übrigen Heizapparaten. Der zuletzt angeführte Zweck hat zur Conſtruction einer Einrichtung Veranlaſſung gegeben, welche den Vortheil der Kamine mit dem der Oefen vereinigt und darum Ofenkamine genannt werden. Bei einem ſolchen, von Deſarnod erfunden, ſteht das Kamin nicht mehr in der Wand, ſondern vorgerückt und iſolirt im Zimmer, iſt aber dabei von Hinten — anſtatt früher durch die Zimmerwand — nunmehr durch eine Eiſenplatte geſchloſſen, über welche hinweg der Rauch durch einen Schlitz nach einer Circulation und von da in die Eſſe entweicht. Hierbei geſchieht die Erwärmung des Zimmers neben der Strahlung vorzugsweiſe durch unmittelbare Einwirkung der erhitzten Eiſenplatte und Circulation auf die Zimmerluft. — Die vollkommene Circulation, welche die Kamine hervorbringen, ſowie die unbeſtreitbar große Annehmlichkeit, das Feuer zu ſehen, ſind hinreichende Vortheile, um dieſe Form der Heizung in einem Lande wie England, wo es weder ſo ſtrenge Winter noch ſo heiße Sommer giebt, als auf dem Continent, in Aufnahme zu erhalten.

Die Einrichtung, bei welcher die Verbrennung zwar im Zimmer, aber in einem (die Zugöffnung abgerechnet) verſchloſſenen Raume vor ſich geht und die entwickelte Wärme zunächſt an deſſen Wände und von da an die Zimmerluft übertragen wird, umfaßt verſchiedenen Zimmeröfen. Während bei den Kaminen die Heizung von dem Feuerraume ausgeht und ein eigentlicher Heizraum gar nicht vorhanden iſt, ſo ſpielt dieſer bei den Oefen die wichtigſte Rolle und iſt in der Regel der ausgedehnteſte Theil derſelben. Meiſt wird die Communication zwiſchen der Eſſe und dem Heizraume durch eiſenblecherne Rauch-

röhren vermittelt, welche als ein nicht weniger weſentlicher Theil der Oefen zu betrachten ſind. In der Mehrzahl der Wohnungen ſind nämlich die Schornſteine ſo weit gehalten, daß ſie zum Behufe ihrer Reinigung von einem Manne durchfahren werden können; in Folge dieſer Ueberſchreitung der richtigen Dimenſionen dient die Eſſe nur noch zum Rauchableiter und hört beinahe gänzlich auf, den Zug zu erregen, eine Function, welche die Rauchröhre übernimmt. Im Zimmer ſelbſt aufſteigend und rings von Zimmerluft umgeben, iſt ſie aber zugleich als Verlängerung des Heizraums zu betrachten und unterſtützt die Leiſtung deſſelben zu einem bedeutenden Theil. Zu den oben für die Einrichtung des Heizraums gegebenen Bedingungen kommt für die Oefen insbeſondere noch das richtige Verhältniß des Heizraums zur Menge des Brennſtoffs hinzu, welche der gegebene Rauminhalt des Zimmers nebſt darin ſtattfindendem Wärmeverluſte und der Ventilation erheiſcht. Der Heizraum muß hinreichend Oberfläche beſitzen, um die empfangene Wärme in einer gegebenen Zeit in dem Maße nach Außen zu verbreiten, als ſie durch die bekannten Urſachen fortwährend verloren geht, vorausgeſetzt, daß die Menge des verwendeten Brennſtoffs richtig abgeglichen iſt. Die Materialien, welche zur Conſtruction von Oefen benutzt werden, ſind Gußeiſen, Schwarzblech und gebrannter Thon (Backſteine, Fayence); es iſt darum nothwendig, den Grad ihrer Fähigkeit zu kennen, mit welcher ſie die empfangene Wärme fortzupflanzen vermögen, von der man aus der täglichen Erfahrung weiß, daß ſie bei dem Eiſen ungleich größer iſt, als bei dem Thon. Dieſe Fähigkeit hängt aber in der That von zwei Dingen ab, und zwar zunächſt von der Leitnngsfähigkeit, welche bei'm Thon, nach Despretz, nahe 33

Mal geringer iſt. *) Die Wärme ſoll aber nicht allein durch die Maſſe des Heizraums von Theilchen zu Theilchen, ſondern auch von deſſen Oberfläche an die Luft fortgepflanzt werden, was theils durch die vorhandene Berührung mit derſelben, theils aber auch durch Strahlung geſchieht, wozu die verſchiedenen Oberflächen ſehr ungleich geeignet ſind. Beides zuſammengenommen, geſchieht dieſe Fortpflanzung oder Mittheilung der Wärme von der Oberfläche an die Luft, nach Péclet, bei'm Eiſenblech 1,21 Mal, bei'm Gußeiſen 2 Mal raſcher, als bei'm Thon, ſo daß überhaupt unter gleichen Umſtänden das Eiſen in derſelben Zeit $\frac{33}{2} = 16,5$ Mal und das Blech $\frac{33}{1,21} = 27,5$ Mal mehr Wärme abgeben, als der Thon. In der Praxis muß alſo für gleichen Effect der Heizraum aus Thon 27,5 Mal ſo groß, als ein blecherner, oder 16,5 Mal ſo groß, als ein gußeiſerner ſein. Eiſerne Oefen heizen darum raſch und erkalten ſchnell, thönerne umgekehrt; ſtets muß der Zweck über die Wahl entſcheiden. Wenn die Brennſtoffe mit derjenigen Lebhaftigkeit verbrennen, welche zur vollſtändigem Entwickelung der Wärme nothwendig iſt, ſo geſchieht dieſe letztere viel raſcher und intenſiver, als es für den Zweck der Zimmerheizung paßt, welche eine anhaltend gleichbleibende Temperatur, d. h. eine zwar vollſtändige, aber ſo langſam vor ſich gehende Entwickelung der Wärme

---

*) Péclet hat dieſes Verhältniß durch neuere Verſuche beſtätigt, wornach die Wärmemengen, welche Platten von 1 Q. Meter Fläche und 1 mm. Dicke bei einer Temperaturdifferenz von 1° C. durch ſich hindurchlaſſen, bei Thon und Eiſen im Verhältniß von 0,24 : 7,95 = 1 : 33,1 ſtehen.

erheiſcht, daß dadurch möglichſt lange auf die Zimmerluft eine Temperatur von etwa 20° hervorgebracht wird. Wie begreiflich, iſt das Eiſen nicht das Material, welches beſonders dazu geeignet iſt, dieſen Uebelſtand auszugleichen, weil es die Wärme faſt ebenſo ſchnell verbreitet, als empfängt. Dagegen gewährt der Thon aus den entgegengeſetzten Urſachen darin einen entſchiedenen Vortheil: ſo raſch ihm auch die Wärme von Innen zufließen mag, ſtets wird er ſie ungleich langſamer und allmälig abgeben. In ſofern während der Wirkung des Brennſtoffs ſtets mehr Wärme vom Thon aufgenommen, als abgegeben wird, findet, ſo zu ſagen, eine Art von Aufſpeicherung ſtatt, welche ſich als eine ebenſo vortheilhafte als annehmliche Regulirung der Verbrennung zu erkennen giebt. Man unterſcheidet daher, den bei uns gewöhnlicheren eiſernen Leitungsröhren gegenüber — deren häufige Anwendung auf ihrer Wohlfeilheit, einem bleibenden Materialwerthe und der Leichtigkeit beruht, mit welcher ſie fabrikmäßig angefertigt werden können — ſogenannte Waſſeröfen, bei welchen die Erwärmung nicht durch die Wände thönerner oder eiſerner Canäle oder beider zugleich geſchieht, ſondern weſentlich darin beſteht, daß die Hitze von einer größeren ſoliden Steinmaſſe während der Verbrennung aufgeſammelt wird und von da nach dem Erlöſchen des Feuers langſam und gleichmäßig ausſtrömt. Aus der gegebenen Menge Luft (= A), welche der Ofen ſtündlich zum Erſatz der Abkühlung und Ventilation (auf 1°) erwärmen muß, läßt ſich leicht die erforderliche Thonmaſſe nach Cubikfußen berechnen. Im Mittel wiegen 1 C. F. gebrannter Thon 62 Pfd., 1 C. F. Luft von 20° C. 0,037 Pfd., alſo bei gleichem Umfange 1680 Mal weniger; auch bringt dieſelbe Wärmemenge gleiche Temperatur in gleichen Maſſen beider Körper

hervor (die ſpecifiſche Wärme der Luft und des Thons ſind nahe $\frac{1}{4}$ des Waſſers). Daher wird die Wärme, welche nöthig iſt, um 1680 C. F. Luft auf die gewünſchte Zimmertemperatur oder 1° über die äußere zu erwärmen, hinreichend ſeyn, denſelben Effect bei 1 C. F. Thon hervorzubringen. Letzterer wird aber durch die Wirkung des Feuers weit heißer und erwärmt die Zimmerluft dadurch, daß er vom vorhergehenden Nachſchüren zum andern von dem Maximum der erlangten Hitze $= T^{\circ}$ bis auf eine Temperatur t'° erkaltet, welche noch merklich höher iſt, als t°. Die durch das Erkalten abgegebene Wärme wird ein im Verhältniß von $t^{\circ} : (T - t')^{\circ}$ größeres Volum Luft auf t° erwärmen, woraus ſich denn $Q = \frac{A t^{\circ}}{(T - t')^{\circ}\, 1680}$ als das der zu erwärmenden Luftmaſſe entſprechende Thonvolum ergiebt. — In unſeren Gegenden und dem größern Theile von Deutſchland ſind die Leitungsöfen, dagegen im Norden (Schweden, Rußland) die Maſſenöfen gebräuchlicher. —

Ein beſonderer Fall und zwar der älteſte der ganzen Heizung, welchen ſchon die Römer für ihre Bäder und den man noch jetzt bei Treibhäuſern und ähnlichen Einrichtungen anwendet, iſt die Canalheizung. Die in einem außer- und unterhalb gelegenen Feuerheerde erzeugten heißen Gaſe und Rauch werden durch ein Syſtem von Canälen unter dem Fußboden hergeführt, wo ſie ihre Wärme an das Local abgeben, um dann in den Schornſtein zu entweichen. Leider iſt dieſe Heizungsart, unſtreitig für Wohnzimmer die geeignetſte, höchſtens nur im untern Geſchoß eines Hauſes anzubringen und auch da mit Schwierigkeit. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß bei jeder Benutzungsweiſe der Canalheizung darauf Rückſicht

genommen werden muß, daß die Ableitung der Wärme nach Unten, etwa durch eine Lage Schutt oder dergleichen, ſo nahe wie möglich gleich null wird. — Die Canalheizung iſt von den Stubenöfen nur durch die Lage gegen das Zimmer verſchieden; inſofern der Feuerraum nämlich tiefer als dieſes liegt, läßt ſich das Rauchrohr — von dem die Canäle nicht verſchieden ſind — in den Fußboden verlegen, als an einen Ort, von wo aus die Heizung zweckmäßiger von Statten geht. Nur darin wird der Ofen der Canalheizung beſtimmt vom Stubenofen verſchieden ſeyn, daß von jenem, oder vielmehr ſeinem Heizraum, die Ableitung der Wärme an die Umgebung ſo vollſtändig als möglich vermieden werden muß, weil dieſelbe begreiflicher Weiſe erſt ſpäter in den Canälen mit Vortheil geſchehen kann.

Für die Fälle, wo man, ſey es wegen der Eleganz, wegen der Sicherheit (Gefängniſſe ꝛc.) oder aus Gründen der Raumerſparniß, den Ofen aus dem Bereiche des Zimmers zu verbannen wünſcht, hat man den Weg eingeſchlagen, die Erwärmung des erforderlichen Luftquantums an einem beſondern Orte in den tiefergelegenen Theilen des Hauſes vorzunehmen, um daſſelbe durch Röhren in die verſchiedenen Zimmer zu vertheilen. Sehr unpaſſend hat man dieſem Syſtem den Namen der Luftheizung gegeben, eine Benennung, welche, ſtrenggenommen, keinen einzigen Fall der Zimmerheizung ausſchließt. Wie von ſelbſt einleuchtet, muß die im Zimmer enthaltene Luft auf irgend eine Weiſe im Stande ſeyn, der einſtrömenden warmen Raum zu geben. Entweder hat man nun dafür keine weitere Sorge getragen und die nachſtrömende Luft verdrängt die vorhandene durch die Ritzen der Fenſter ꝛc. und die hier und da ſich öffnenden Thüren; oder man leitet die verbrauchte, zum Theil abgekühlte Luft nach dem Ofen zurück,

Digitized by Google

wo ſie aufs Neue erwärmt ihren Weg wiederholt; oder es wird endlich die Luft des Zimmers wieder nach dem Ofen geleitet, nicht um wieder erwärmt, ſondern um zur Speiſung des Brennmaterials im Innern des Ofens verwendet zu werden. Der zweite Fall verbindet mit dem großen Nachtheil der mangelnden Ventilation, welche nur durch zufällig ſich bildende Auswege der Thüren und Fenſter ſtattfinden kann, eine gewiſſe Oekonomie der erwärmten Luft, aber nur ſcheinbar, denn je vollkommener der Verſchluß des Zimmers iſt, deſto eher wird es nothwendig, die verdorbene Luft wegzunehmen und ein neues Quantum in Circulation zu ſetzen. Bei der letzten Methode wird inſofern eine Erſparniß bezweckt, als das Feuer nicht mit kalter Luft von Außen, ſondern mit wärmerer aus dem Zimmer ernährt wird. Wenn 1 Pfd. lufttrocknes Holz 5 Pfd. = 123 C. F. Luft von 0° zum Verbrennen bedarf, wenn ferner, nach Rumford, dadurch 26 Pfd. Waſſer auf 100°, oder $4 \times 26 =$ 104 Pfd. Luft auf 100° oder $\frac{100 \times 104}{20} = 520$ Pfd. Luft auf 20° erwärmt werden, ſo wird die Temperatur von 20° (anſtatt 0°), womit im vorliegenden Falle und beiſpielsweiſe die 5 Pfd. Luft dem Feuer zuſtrömen, einem Aufwand von $\frac{1 \times 5}{520}$ = nahe 0,01 Pfd. Holz entſprechen, welcher vermieden wird. Dieſe Erſparniß von 1 % oder etwas mehr, wenn die Zimmertemperatur 20° überſteigt, iſt zu gering, um beſondere Einrichtungen zu lohnen, woher es denn kommt, daß man in der Praxis die beiden letzten Methoden am Beſten verbindet. Es kann dann die Luft, welche einige Zeit circulirt hat, nach Belieben in den Feuerheerd gelaſſen und durch friſche Luft von Außen her erſetzt werden, deren Er-

Digitized by Google

wärmung dann gerade ſo viel koſtet, als durch die Benutzung jener zur Speiſung des Feuers erſpart wird. — Vorausgeſetzt, daß in einem Zimmer durch Thüren und Fenſter hinreichender Luftwechſel ſtattfinden kann, ſo wird die erſte Methode einen natürlich ſehr weſentlichen Vortheil dadurch mit ſich bringen, daß die einſtrömende Luft, die vorhandene unaufhörlich nach Außen verdrängend, dadurch im Zimmer einen Zuſtand herbeiführen wird, in welchem die Tendenz der äußern kalten Luft, durch die Ritzen einzudringen, vollkommen aufhört und alle damit zuſammenhängende Unannehmlichkeiten und Nachtheile verſchwinden. Ganz ſicher wird der Verluſt, der aus der Speiſung des Feuers mit kalter Luft hervorgeht, dadurch bedeutend aufgewogen. —

Für Gebäude, worin die Zimmer unregelmäßig geheizt werden, bald in größerer, bald in geringerer Zahl, iſt die Luftheizung unpaſſend, weil dadurch das richtige Verhältniß der Dimenſionen des Ofens zum Bedürfniß an warmer Luft geſtört wird. Im Uebrigen iſt eine weſentliche Erſparniß damit verknüpft, denn die Zahl der Oefen wird auf einen vermindert und der Brennſtoff in dieſem beſſer benutzt, als wenn er in mehrere Oefen vertheilt brennt; endlich wird der Vortheil einer gleichmäßigen, gleich vom Boden ausgehenden Heizung den durch die Röhrenleitung verurſachten Wärmeverluſt reichlich überwiegen.

Wie aus dem Angeführten hervorgeht, beſteht die Luftheizung darin, daß die Wärme von einer Centralfeuerung aus auf die Luft übertragen und dieſe alsdann an die verſchiedenen Orte, Zimmer ꝛc. vertheilt wird. Anſtatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, hat man in vielen Fällen einen Zwiſchenkörper, nämlich das Waſſer, gewählt, welches auf ähnliche Art die Wärme von der Centralfeuerung

empfängt und, nach den einzelnen Theilen des Gebäudes geleitet, wieder abgiebt. Es dient alſo das Waſſer lediglich dazu, um die Wärme zu transportiren, als ein Träger derſelben, und iſt in der That wegen ſeiner großen ſpecifiſchen Wärme dazu im hohen Grade geeignet. Nach Delaroche und Bérard verhalten ſich nun die Wärmemengen in 1 Gewichtstheil Waſſer und 1 Gewichtstheil Luft von gleicher Temperatur, wie 374,6 : 100; oder die Wärme welche bei'm Erkalten von Waſſer um 100° z. B. frei wird, vermag die Temperatur von 3,74 Mal ſoviel Luft um ebenſoviel Grade zu erhöhen. Es iſt alſo hier ein ähnliches Verhältniß, wie bei dem Thon; die Wärme, welche ein gegebenes Luftquantum erfordert, kann in einem verhältnißmäßig viel kleineren Quantum Waſſer Raum finden und gleichſam darin aufgeſpeichert werden. Noch vielmehr findet dies dann ſtatt, wenn das Waſſer in Dampfgeſtalt zum Transportiren der Wärme dient, denn bei ſeinem Uebergange in Gas- (Dampf-) Form verſchluckt das Waſſer eine 5,5 Mal (Element) größere Wärmequantität, als die zu ſeiner Erwärmung von 0°—100° C. erforderliche, eine Wärmequantität, welche im Dampfe keine Temperaturerhöhung hervorbringt, durch das Thermometer nicht nachgewieſen werden kann und erſt bei ſeiner Verdichtung wieder in gewöhnlicher Weiſe auftritt. Demnach wird 1 Pfd. Dampf von 100° bei ſeiner Verdichtung zu ſiedendem Waſſer ſo viel Wärme abgeben, daß damit 5,5 Pfd. Waſſer oder 3,746 × 5,5 = 20,6 Pfd. Luft auf 100° oder 103 Pfd. auf 20° gebracht werden können. — Beiderlei Benutzungen des Waſſers finden ihre Anwendung; die des warmen Waſſers wird die Waſſerheizung, die des Dampfes die Dampfheizung genannt.

Der Natur der Sache nach, muß das Waſſer im Maaße des für ein Zimmer erforderlichen Wär-

meerſatzes erneuert werden, d. h. es muß daſſelbe, wenn man ſich nicht auf eine mühſame Auswechſelung einlaſſen will, in dem Zimmer ſo circuliren, daß der erkaltete Theil abfließt und neuerwärmtes ununterbrochen zuſtrömt. Das Princip dieſer Circulation erhellt aus der Fig. 30. Die Erwärmung des Waſſers im Gefäße A wird ſich zunächſt, wenn ſie vom Boden aus geſchieht, auf die untern Waſſerſchichten erſtrecken, dieſe ausdehnen, ſpecifiſch leichter machen und dadurch nöthigen, nach den höchſtgelegenen Theilen des Apparates, alſo anfangs nach b, von da in das Rohr C und endlich auf die Höhe d emporſteigen. In demſelben Verhältniß wird aber das kalte Waſſer in e nachfließen müſſen, wenn unten keine Leere entſtehen ſoll; ein Spiel, was ebenſo lange dauert, als noch Temperaturunterſchied in den verſchiedenen Theilen des Waſſers vorhanden iſt, oder niemals aufhört, wenn das aufſteigende warme Waſſer unterwegs abgekühlt und der Temperaturunterſchied dadurch forterhalten wird. Wie man leicht einſieht, kann A ebenſo gut ein offenes Gefäß ſeyn, in welches die Enden des Rohrs eintauchen, wie ein Heber, nur würde ſeitwäts zu viel Wärme unbenutzt bleiben. Die Wärme ſelbſt dient alſo als bewegende Kraft der Circulation, welche um ſo raſcher ſtattfinden wird, je weniger Abkühlung und Hinderniſſe den aufſteigenden Strom hemmen. In der Praxis, z. B. in England, wo die Waſſerheizung durch Perkins viel verbreitet wurde, dienen entweder geſchloſſene Keſſel, welche nach Art der Dampfkeſſel geheizt werden, oder die Röhren ſind ohne Keſſel in vielfachen Windungen im Ofen ſelbſt eingelaſſen. Die Dimenſionen des Heerdes und der Leitung müſſen ſo abgeglichen ſeyn, d. h. die Abkühlung ſo raſch erfolgen, daß kein Dampf gebildet werden kann. Zur Vermeidung der Gefahr einer

Digitized by Google

Exploſion bei unvorhergeſehener Bildung deſſelben, durch Ueberheizung etwa, müſſen Sicherheitsventile, ſo wie wegen des Zerſpringens der Röhren durch die Ausdehnung und Zuſammenziehung der Metallmaſſe Compenſationsſtücke eingeſetzt ſeyn. Die letzteren beſtehen darin, daß man zwei beliebige Enden nicht durch Schrauben, ſondern dadurch vereinigt, daß das dünnere, durch eine Stopfbüchſe eingefügt, Verſchiebbarkeit bei waſſerdichtem Verſchluſſe gewährt. Auch dürfen an dem Gipfel der Leitung Röhren nicht fehlen, welche, wie m z. B., die Luft auslaſſen, welche ſich aus dem heißen Waſſer entwickelt.

Die Quantität Waſſer, welche per Minute von dem Apparate nach den zu heizenden Räumen geliefert werden muß, kann leicht auf folgende Weiſe beſtimmt werden. Iſt A die Luft in C. F. und um t^0 wärmer, als die äußere, welche in der Minute verloren geht und erſetzt werden muß, iſt ferner 1 C. F. Waſſer 770 Mal ſchwerer, als 1 C. F. Luft, ſo entſprechen A C. F. Luft $\frac{A}{770}$ C. F. Waſſer dem Gewichte nach; aber die Wärme, welche jene (A) auf t^0 brachte, vermag nur nahe den vierten Theil von dieſem $\left(\frac{A}{770}\right)$, oder genauer $\frac{A}{3{,}746 \times 770}$ ebenſoweit zu erwärmen; es werden, mit andern Worten $\frac{A}{3{,}746 \times 770}$ C. F. Waſſer bei'm Erkalten um t^0, gerade A C. F. Luft um ebenſoviel erwärmen. Das Waſſer in den Röhren hat aber nahe 100^0 und giebt davon 60^0—70^0 ab, oder erkaltet allgemein um $(T—t')^0$, darum wird man auch um ebenſoviel Waſſer weniger bedürfen, als $(T—t')$?

höher iſt, als t^o, nämlich: $\frac{A\ t^o}{3{,}746 \times 770(T-t')^o}$

$= \frac{A\ t^o}{2884{,}4\ (T-t')^o} = Q$ C. F. $= Q\ 31\frac{1}{4}$ Pfd. Waſſer per Minute. Um die Leitung einer ſolchen Leiſtung anzupaſſen, iſt die Kenntniß der Geſchwindigkeit nöthig, mit welcher das Waſſer ſich in Röhren bewegt. Sie wird im Weſentlichen gerade ſo beſtimmt, wie der Zug der Kamine, nur daß die Reibung des Waſſers, als von der der Luft verſchieden, eine beſondere Berückſichtigung erfahren muß. Die Geſchwindigkeit führt mit Q zuſammen auf den Durchmeſſer der Röhren und letzteres auf die Dimenſionen der Feuerung. Das Steigrohr ſucht man durch Umgeben mit ſchlechtleitenden Subſtanzen vor Abkühlung möglichſt zu bewahren und ohne Biegung zu erhalten, dem Fallrohr dagegen alle Gelegenheit einzuräumen, wobei es Wärme an die Zimmerluft abgeben kann. Wenn die Heizung ſich auf ſehr ausgedehnte Räume erſtreckt, ſo wird das Waſſer in den hintern Zimmern zu kalt ankommen; man thut dann gut, jede Hälfte des Raums durch eine beſondere Leitung zu ſpeiſen.

Der Dampf gewährt in ſeiner Anwendung eine höhere Wirkung, als das Waſſer; man braucht davon weniger. Da 24,6 C. F. Luft von 0° 1 Pfd. ausmachen, ſo werden A C. F. des obigen Ausdrucks $\frac{A}{24{,}6}$ Pfd. wiegen und durch Verdichtung von $\frac{A}{24{,}6 \times 3{,}746 \times 5{,}5}$ Pfd. Dampf von 100° zu ſiedendem Waſſer auf dieſe Temperatur (v. 100°), folglich auch von $\frac{A\ t^o}{24{,}6 \times 3{,}746 \times 5{,}5 \times 100} = Q$ Pfd. Dampf auf t^o höher, als die äußere Luft, gebracht

werden. — Die Röhren, welche dazu beſtimmt ſind, den Dampf nach dem Orte ſeiner Verdichtung hinzuleiten, wählt man von engem Durchmeſſer (etwa 1,5 Zoll) und umgiebt ſie, um vor der Hand alle Verdichtung zu vermeiden, mit einer dicken Schicht von Sahlband oder ähnlichem Wollenſtoff; die Condenſationsröhren dagegen ſind wenigſtens 4 Mal ſo weit, von Kupfer oder Gußeiſen und müſſen ſo eingerichtet ſeyn, daß man die Luft bei dem Eintreten des Dampfes auslaſſen kann, welche ſonſt ſeiner raſchen Verbreitung ſehr hemmend entgegentreten würde. Im Allgemeinen muß die Oberfläche dieſer Röhren rauh und matt ſeyn, weshalb es gut iſt, dem Kupfer durch einen Farbenanſtrich oder dergleichen diejenige Beſchaffenheit zu geben, welche dem Guß eigenthümlich iſt. Um der Längenausdehnung derſelben Spielraum zu geben, kann man entweder ſo verfahren, wie bei der Waſſerheizung angeführt wurde, oder dieſen Zweck noch einfacher dadurch erreichen, daß man in dem geraden Verlauf der Röhre ein Bogenſtück aus geſchmeidigem Metall einſchaltet, welches alsdann durch ſeine mehr oder weniger ſtarke Biegung die Verlängerung ausgleicht. — Begreiflicher Weiſe wirken verſchiedene Körper nach der Beſchaffenheit ihrer Oberfläche ſehr ungleich verdichtend auf den Dampf; Clement fand, daß bei 15° der umgebenden Luft 1 Q. F. Oberfläche einer horizontalen gußeiſernen Röhre 0,234, einer blanken kupfernen 0,184 und einer geſchwärzten kupfernen 0,213 Pfd. Dampf zu verdichten vermöge, eine Quantität, welche bei ſenkrechter Richtung der Röhren etwas größer iſt. Bei aller Abänderung in den Beſonderheiten dieſes Syſtems muß ſtets für die Ableitung des verdichteten Waſſers geſorgt ſeyn, welches man am Beſten in der Richtung des Dampfſtroms nach beſondern Röhren fließen läßt, welche

es in den Dampfkeſſel zurückleiten. Zuweilen läßt man abſichtlich nach geendigter Circulation eine Quantität Waſſer in den Röhren verweilen, um bei deſſen Erkalten die Nachwirkung (ähnlich wie bei den Thonöfen) zu genießen. Für den Fall einer plötzlichen, zufälligen und ſtarken Verdichtung, welche das Waſſer des Dampfkeſſels heraufſaugen würde, muß in der Gegend, wo der Dampf eintritt, ein Ventil angebracht ſeyn, welches ſich nach Unten öffnet. — Die Luftheizung iſt wegen des größeren Umfanges der Canäle einem größeren Nebenverluſte ausgeſetzt, als die beiden letzten Methoden, welchen dagegen der Mangel an Ventilation zur Laſt fällt. Die Waſſerheizung iſt einfacher, leicht auf eine gegebene Temperatur zu reguliren und giebt an ſich eine weniger jähe Hitze, als die Dampfheizung, welche dagegen auf weitere Strecken und Höhen benutzt werden kann, als ſie der Druck der Waſſerſäulen für jene zuläſſig macht. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß die Heizröhren in beiden Fällen die Form beliebiger Verzierungen, z. B. einer Säule oder eines Ofens, annehmen können und dann mehr nach Art eines Ofens wirken.

Gewöhnlich bleibt die Leiſtung der Brennſtoffe in der Praxis bedeutend hinter derjenigen zurück, welche der Theorie nach erfolgen ſollte. Die Urſachen davon ſind theils mehr zufällige und äußere, theils aber auch in der Natur der Sache gelegen und darum ſchlechterdings unvermeidlich. Dahin gehört vor allen Dingen der Zug in den Kaminen, zu deſſen Erhaltung und Erregung ſtets ein Theil der erzeugten Wärme geopfert wird.

Ein Pfd. trocknes Holz erfordert durchſchnittlich 5,94 oder in runder Zahl 6 Pfd. Luft von 0° (= 148 C. F.); geſetzt, dieſe entweichen mit 150° C. in die Eſſe, ſo wird die darin enthaltene Wärme

ebenſo groß ſeyn, als diejenige (in 1 Pfd. Luft von $6 \times 150^\circ = 900^\circ$, oder) in 9 Pfd. Luft von 100° und mithin auch in $\frac{9}{3,746} = 2,4$ Pfd. Waſſer von 100°. Nach Schödler und Peterſen vermag nun 1 Pfd. trocknes Holz im Durchſchnitt 40,6 Pfd. Waſſer auf 100° zu erwärmen; der durch die Wirkung der Eſſe ſich ergebende Verluſt iſt alſo $\frac{2,4}{40,6} =$ 0,06 oder 6% und wird um ſo größer ſeyn, je wärmer die Luft durch die Eſſe entweicht.

Zudem iſt die Verbrennung ſelbſt in gut eingerichteten Oefen ſtets eine mehr oder weniger unvollkommne. In Folge einer zu ſtarken Wärmeentziehung durch die Wände des Feuerraums, oder durch übertriebenen Luftzutritt — gering angeſchlagen wenigſtens doppelt ſoviel, als der Theorie nach nöthig wäre — in Folge, endlich eines zuweilen, durch vorübergehende Verſtopfung des Roſtes ꝛc., eintretenden Mangels an Luft (Sauerſtoff), iſt einem Theile des Brennſtoffs die Gelegenheit benommen, ſeine Elementarbeſtandtheile mit dem Sauerſtoffe zu verbinden, alſo Wärme zu entwickeln. Es bleibt denſelben nichts übrig, als ſich vermöge der umgebenden Hitze in verſchiedene theils flüchtige, theils feſte Verbindungen aufzulöſen, welche, von dem Zuge mit fortgeriſſen, in den entlegenen Theilen des Ofens und in der Eſſe als Rauch auftreten. Der Rauch hat in allen ſeinen Beſtandtheilen die Fähigkeit beibehalten, ſich unter Entwickelung einer entſprechenden Menge Wärme, dem verloren gehenden Theile, mit Sauerſtoff zu verbinden (zu verbrennen). Die Verbrennung im Feuerraume wird alſo durch dieſe Urſachen theilweiſe zu einer trocknen Deſtillation herabgeſtimmt; man ſieht in der That, anſtatt Waſſer-

Digitized by Google

dampf, Kohlenſäure und Stickſtoff (aus der Luft) allein, dieſe Gaſe ſtets mit Rauch entweichen, der ſich nach Umſtänden entweder als *trockner* Ruß oder *Glanzruß* anlegt. Die ſogenannten *rauch-verzehrenden* Vorrichtungen an Oefen bezwecken ſämmtlich, obgleich meiſt mit geringem Erfolg, die Verbrennung dadurch nachträglich zu vollenden, daß man einen (heißen) Luftſtrom mit dem Rauche zuſammenführt. Schon die verdichtbaren Beſtandtheile des Rauchs abſorbiren (latente) Wärme zu ihrer Dampfbildung und noch mehr das durch die Verbrennung gebildete Waſſer, welches größtentheils verloren geht. Viel größer iſt aber der Schaden, welchen man durch das hygroſkopiſche Waſſer erleidet, von welchem die Brennſtoffe in den wenigſten Fällen der Anwendung — bei der Zimmerheizung nie — befreit werden. Dieſer Schaden iſt ein doppelter, einmal, weil das Waſſer die Maſſe verringert, alſo 1 Ctr. Holz z. B. nur gegen 80 Pfd. wirklichen Brennſtoff enthält, außerdem aber noch durch Verſchlucken von Wärme bei ſeinem Uebergange in Dampf. Darum ſind Reſultate der *Rumford*'ſchen Verſuche (mit gewöhnlichem Holze) geringer, als die aus den Analyſen (mit trocknem) berechneten; indeſſen muß man nicht vergeſſen, daß die Wärme des verdampften hygroſkopiſchen Waſſers, inſofern daſſelbe darin verdichtet wird, im Calorimeter nicht verloren geht, wie in der Praxis. Die Größe ſeines Einfluſſes iſt leicht zu berechnen. Das Holz im gewöhnlichen Zuſtande, alſo lufttrocknes, enthält gegen $\frac{1}{5}$ Waſſer und nur $\frac{4}{5}$ wirkſame Theile; von 40,6 Pfd. Waſſer, welche 1 Pfd. trocknes Holz auf 100° erwärmt, gehen ſchon dadurch $\frac{40,6}{5} = 8,1$ Pfd. verloren; außerdem verſchluckt jedes $\frac{1}{5}$ Pfd. bei ſeiner Verdampfung noch ſo viel Wärme, als $\frac{1}{5} \times 5,5 = 1,1$ Pfd. Waſſer

Digitized by Google

von 100° entſpricht. Im Ganzen geht demnach durch die Feuchtigkeit des Holzes $\frac{8,1 + 1,1}{40,6}$ = 22½ % der Wärme verloren.

Man ſieht daraus ſogleich, welchen Vortheil es gewährt, die Brennſtoffe ſo trocken als möglich zu machen. Für die Zwecke des gewöhnlichen Lebens iſt das künſtliche Austrocknen des Holzes in der Regel zu koſtſpielig und nicht thunlich, in gewiſſen techniſchen Betrieben dagegen iſt nur gedörrtes Holz anwendbar und die Einrichtungen, worin das Dörren im Großen geſchieht, ſind für Brennſtoffe, welche an einer beſtimmten Stelle gewonnen werden, wie Torf u. a., darum ſehr geeignet, weil die ſonſt werthloſen Abfälle an den Gruben zum Heizen der Darren benutzt werden können. Die Fig. 31 iſt der Durchſchnitt eines in Frankreich urſprünglich für Glashütten eingeführten (Holz-) Trocknenofens für Brennſtoffe. Der ganze vom Dach überſpannte Raum iſt ein längliches Viereck und umfaßt 6 einzelne überwölbte Gänge, **A, A, A** ꝛc., von 60 F. Länge, 6 F. Breite und 5 F. Höhe, welche als ebenſo viele Oefen zu betrachten und mit geſonderten Feuerungen **c, c, c** ꝛc. verſehen ſind. Eine jede Feuerung erſtreckt ſich unterhalb in die ganze Länge der Gewölbe **A, A** und endigt zu beiden Enden in einen Roſt, von dem aus die entwickelte Hitze nach der Mitte geleitet, aber unterwegs der ganzen Länge nach an vielen Puncten durch die ſeitwärts angebrachten Canäle **g, g** frei in den Raum **A** entweicht. Dieſe doppelten Canäle ſind in der Gegend der Roſte (an den Enden alſo) in größeren Abſtänden, dagegen nach der Mitte mehr zuſammengedrängt, um die Hitze gleichförmiger zu vertheilen. Die Feuerungen **c, c, c** ſind über die beiden Roſten auf eine kurze Strecke überwölbt, weiterhin mit Eiſenplatten und in der Mitte

Digitized by Google

mit Blech bedeckt. Ueber dieſe dreifache Bedeckung weg läuft eine Eiſenbahn a, a, a, a, von der Spurweite eiſerner Karren, in denen der zutrocknende Brennſtoff eingefahren und im Ofen gehalten wird. Die Eiſenplatten und das Blech ſollen das Feuer nur ſoweit abhalten, daß ſich der Inhalt der Karren nicht entzündet, der etwa zwei Stecken Holz beträgt. Jeder Raum A faßt 9 Karren, welche in 36 Stunden gedörrt ſind.

Man hat, im Gegenſatze zu den vorſtehenden Bemerkungen, die Wirkung des Waſſers bei dem brennenden Material als vortheilhaft angeprieſen und nicht ganz ohne Grund. Nur iſt genau zu unterſcheiden, ob daſſelbe flüſſig oder als Dampf mit dem Brennſtoffe in Berührung kommt. Aus den Verſuchen von Bunſen und Fyfe geht nun hervor, daß rothglühende Kohlen und Waſſerdampf einander zu freiem Waſſerſtoff- und Kohlenoxydgas (und etwas Kohlenſäure) zerlegen, welche beide, im Fall hinreichend Sauerſtoff vorhanden, ſogleich unter Entwicklung von Weißglühhitze zu Waſſer und Kohlenſäure verbrennen *); ſeine vielfältigen Beobachtungen zeigten ferner, daß der erlangte Mehrbetrag an entwickelter Wärme den zur Dampferzeugung erforderlichen Aufwand an Brennſtoff überwiegt. Unter der Bedingung alſo, daß mit dem Dampf hinreichend Luft eintritt, um die entſtandenen Gaſe zu verbren-

---

*) 1 Gewichtstheil Kohle, im Dampfe anfangs zu Kohlenoxyd und dann zu Kohlenſäure verbrennend, erwärmt dadurch 78,15 Waſſer auf 100°; es werden dabei 0,1666 Gewichtstheile Waſſerſtoff ausgeſchieden, welche bei ihrem Verbrennen weitere 39,5 Waſſer erwärmen. Der Vortheil wäre alſo $\frac{78,15}{78,15 + 39,5} = \frac{2}{3}$, vorausgeſetzt, daß die Verbrennung der Kohle in Waſſerdampf unter gleichen Wärmeerſcheinungen vor ſich ginge, wie in der Luft.

nen, iſt ſeine Anwendung von Nutzen und veranlaßt bei der größeren Hitze eine lebhafte Flamme. Von dem Augenblicke an, wo der Dampfſtrom das richtige Verhältniß überſchreitet und der Luft dadurch den Weg zum Eintreten ſchmälert, ſinkt die Temperatur raſch, bis zum Erlöſchen des Feuers. Am Zweckmäßigſten bringt man unter dem Roſt ein Waſſerbecken an, ſo daß die abwärtsſtrahlende Wärme die Verdampfung ohne Koſten verrichtet. Bei Dampfmaſchinen leitet man den ſchon benutzten Dampf, anſtatt ihn zu verdichten, in die Gluth. — Zuſatz von Waſſer zum Brennſtoffe bewirkt durch den Act der Verdampfung deſſelben eine ſo große Herabſtimmung der Temperatur, daß die Zerſetzung des Waſſerdampfs nicht mehr erfolgen kann. Es muß alſo ſchon von vorn herein ein ſolches Verfahren, wie es beſonders bei dem Brande mit Steinkohlen häufig vorkommt, als zweckmäßig angeſehen werden, wie es auch praktiſche Verſuche, u. a. die von der Ffrtr. Geſellſchaft zur Beförderung der Künſte ꝛc. mit dieſem Brennſtoffe vorgenommenen, unwiderleglich beweiſen. Die mäßige Befeuchtung des Kohlenkleins (Fettſchrotes) hat übrigens das für ſich, daß dadurch das Verſtauben und allzuhäufige Durchfallen durch den Roſt verhütet wird, indem ſich die feuchte Löſche bei'm Trocknen zuſammenballt und Halt gewinnt. Beſſer iſt zu demſelben Zweck ein Zuſatz von etwa 1/[illegible] feuchtem Lehm, welcher, die Maſſe der Kohlen überall durchſetzend, der Luft eine größere Berührungsfläche verſchafft und die aufgenommene Hitze (nach Art der Maſſenöfen) langſam, alſo auf eine nützlichere Weiſe, ausgiebt. Die von der genannten Geſellſchaft angeſtellten Verſuche gaben in der That für den mit Lehm verſetzten Kohlengrus einen größeren Effect zu erkennen, als für den reinen.

Wenn feuchtes Holz an einem Orte aufgeſpei-

chert liegt, wo kein gehöriger Luftzug ſtattfindet, ſo tritt nach einiger Zeit eine chemiſche Veränderung ein, welche mit einer beinahe vollſtändigen Vernichtung ſeiner Brennkraft verknüpft iſt und darum nähere Beachtung verdient. Bekanntlich verwandelt ſich das abgeſtorbene Holz im Kern von alten Bäumen (wo zwar die Feuchtigkeit, nicht aber die Luft Zutritt hat) in eine weiße, mürbe, phosphorescirende Subſtanz, „in faules Holz", welches angezündet, ähnlich, wie in Humus verwandeltes Holz, ohne alle Flamme, langſam wie Zunder, mit geringer Wärmeentwickelung verglimmt. Deſſenungeachtet hat ſich bei dieſer Vermoderung mehr das Gewicht, als das Verhältniß ſeiner Elemente geändert. Eine Probe davon enthielt z. B. 47% Kohlen- und auf 6% Waſſerſtoff nur 45,3% Sauerſtoff, alſo gegen das friſche Holz einen Ueberſchuß an jenem, welcher die Flammenverbrennung um ſo mehr erwarten läßt. Höchſt wahrſcheinlich iſt der Waſſerſtoff darin größtentheils als Waſſer, d. h. bereits verbrannt, enthalten, eine Vorausſetzung, welche das Verhalten der Subſtanz von ſelbſt erklärt. Auf dieſelbe Weiſe fängt unter den genannten Umſtänden ein Vermoderungsproceß an in dem Brennholze Raum zu gewinnen und vermindert im Maße ſeines Fortſchreitens mit der Verbrennlichkeit und Flammenbildung ſeinen Werth. Man ſagt alsdann: das Holz ſey „geſtockt".

So werthvoll auch die aus guten Verſuchen ermittelte Heizkraft der Brennſtoffe ſeyn mag, indem ſie den Höhepunct anzeigt, welchen die Praxis zu erreichen ſtets beſtrebt ſeyn muß: ſo werden ihre numeriſchen Werthe durch die Concurrenz aller aufgezählten gegenwirkenden Umſtände doch in einem ſolchen Grade verwiſcht und von ihrem urſprünglichen Werthe verrückt, daß man daraus die Leiſtung

der Brennſtoffe für den jetzigen Zuſtand der Heizeinrichtungen durchaus nicht mehr mit Sicherheit entnehmen kann. Auch der relative Werth der theoretiſchen Heizkraft iſt oft in der Praxis nicht mehr zu erkennen, und umgekehrt, Lindenholz z. B. gewährt nach der Theorie, keineswegs nach der großen Praxis, den höchſten Effect. Darum hat man die im gewerblichen Leben unabweisbare und hochwichtige Frage über das Verhältniß, in welchem die Leiſtungen der Brennſtoffe für die gebräuchlichen Feuerungen zu einander ſtehen, durch directe praktiſche im Großen angeſtellte Verſuche zu beantworten geſucht. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß ſolche Verſuche nur für die beſtimmte Art von Feuerung, worauf ſie ſich beziehen, ſtrenge Geltung haben können. Einige der zuverläſſigeren Beobachtungen mögen hier eine Stelle finden.

Für die Zimmerheizung fand man in einer Reihe von Verſuchen, — bei welchen die äußere Temperatur von + 6,8° bis 6,2° variirte, die Zimmerluft auf die mittlere Temperatur von 15 bis 19° C. gebracht wurde und der Rauch mit 75—100° C. in den Schornſtein entwich — daß 100 Pfd. lufttrocknes Buchenſcheitholz ſoviel leiſten, als 48 Pfd. Stück- (Stein-) Kohlen, 40 (bei möglichſter Abkühlung des Rauchs) bis 60 Pfd. gemiſchter Grus mit $\frac{1}{17}$ Waſſer angemacht, 44 Pfd. fetter Grus mit $\frac{1}{17}$ Waſſer, 37 Pfd. gemeiner Grus mit $\frac{1}{17}$ Waſſer und $\frac{1}{6}$ Lehm und 38 Pfd. Grus mit $\frac{1}{8}$ Waſſer und $\frac{1}{5}$ Lehm. Hierbei muß man ſich erinnern, daß die angegebene Lufttemperatur die mittlere, nämlich diejenige iſt, welche der Luft in gleichem Abſtande von Decke und Boden zukommt. Die Beobachtungen lehren, daß die Temperatur eines Zimmers nach eingetretenem Gleichgewicht nach Oben abnimmt, und zwar für gleiche Abſtände (z. B. von

2' zu 2') ungefähr nach einer geometriſchem Reihe, deren Quotient übrigens nicht unter allen Bedingungen derſelbe iſt. In einem Falle fand man ihn = 1,0727, wonach die Temperatur folgendermaßen ſtieg: Boden 18,36; 2 Fuß 18,36×1,072; 4 Fuß 18,36×$1,072^2$, 6 Fuß 18,36×$1,072^3$ ꝛc.

Die Wirkung der Steinkohlen auf die Dampfkeſſel hat Fyfe ſehr genau erforſcht und glaubt gefunden zu haben, daß die Wärme, welche in der Praxis unter denſelben wirklich zu Gute gemacht wird, ziemlich dieſelbe iſt, welche die aus ihnen darſtellbare Quantität Coaks (als Kohlenſtoff) der Theorie nach geben würde. Wenn eine Kohle z. B. 50% Coaks giebt, ſo würden 100 Pfd. der Kohle 50×78,4 Pfd. Waſſer (Despretz) zum Sieden bringen. Nach ihm vermag 1 Pfd. ſchottiſche Kohle von Trenant 5,61 Pfd. Waſſer von 0°, um die Coaks daraus 7,4 Pfd. zu verdampfen. Aus 1 Pfd. Kohle von Trenant erhält man nun 5,25 Pfd. Coaks, welche demnach 3,9 Pfd. Dampf liefern, ſo daß man durch das Verkohlen eine 5,61—3,9=1,71 Pfd. Dampf entſprechende Heizkraft verliert. — Bei anderen Verſuchen fiel das Reſultat zwiſchen 5,8 und 6,6 für Kohle und zwiſchen 7,8 und 8,7 für Coaks. Den höchſten Effect fand Parkes in 8,68 Pfd., Henwood in 9,96 für 1 Th. beſte Newcaſtler Steinkohlen. Intereſſant ſind ferner Fyfe's Verſuche über das Einleiten von Dampf in die brennende Kohle. Im Mittel von 13 Beobachtungen verdampfte 1 Pfd. ſchottiſche Kohle, wenn ein gut regulirter und gehörig zertheilter Dampfſtrom über dieſelbe in die Flammen gelaſſen wurde, 9,49 Pfd. Waſſer von 0°. Eine andere Sorte von Kohlen ergab unter gleichen Umſtänden im Mittel von 10 Beobachtungen, welche von 9,23 bis 13,34 ſchwankten, im Mittel 10,97 Pfd. Dampf aus Waſſer von

Digitized by Google

0°. Eine unmittelbar vergleichende Probe an einem Dampfkeſſel endlich erwies, daß 537 Pfd. Kohle unter Mitwirkung des Dampfes ebenſoviel leiſteten, als 812 Pfd. ohne dieſe, wobei von je 100 Pfd. des erzeugten Dampfes 4 Pfd. in den Feuerraum geleitet werden mußten. Dieſe abgerechnet werden alſo nicht 10,97, ſondern 10,53 als der wahre Effect betrachtet werden müſſen, was gegen die höchſte Leiſtung der bloßen Kohlen immer noch ein Vortheil von 37% wäre, wenn weitere Erfahrungen die Sache beſtätigen ſollten.

Der heſſiſche Gewerbeverein hat verſuchsweiſe den Wirkungswerth von Holz, Torf und Steinkohle unter verſchiedenen gut eingerichteten Keſſelfeuerungen unterſucht. Man fand, daß im Durchſchnitt der auf 6 ſolcher Feuerungen bezüglichen Verſuchsreihen 1 Pfd. 2 Jahre gefälltes Buchenſcheitholz 2,075, 1 Pfd. Torf 1,992 und 1 Pfd. Kohlengrus 5,201 Pfd. Waſſer von 0° verdampfen. Für das gewöhnliche Leben, wo man die Brennſtoffe vorzugsweiſe dem Maße nach kauft und conſumirt, laſſen ſich die angegebenen Werthe leicht übertragen.

Digitized by Google

Bei'm Verleger dieſes ſind erſchienen:

Peclet, E. (General-Inſpector der franzöſiſchen Univerſitäten, Profeſſor der angewandten Phyſik zu Paris), Grundſätze der Feuerungskunde, namentlich der Anlegung von Heerden, Schornſteinen, Kaminen, Stubenöfen, Heizgewölben, Warmwaſſerheizungen, Lüftungsapparaten ꝛc. — Mit Berückſichtigung des deutſchen Bedürfniſſes nach der zweiten ſehr vermehrten Auflage des Traité de la chaleur deutſch bearbeitet von D. C. Hartmann. Mit 46 lithograph. Foliotafeln. 8. 3⅓ Rthl. oder 6 fl.

Das vorliegende Werk füllt einen weſentlichen Mangel der deutſchen Literatur aus. Es iſt aus dem großen franzöſiſchen Werke: „über die Wärme" von Peclet entnommen und die Arbeit eines höchſt ausgezeichneten Gelehrten und Technikers, von der im vorigen Jahre eine zweite gänzlich umgearbeitete Auflage erſchien. Unſere vorliegende Bearbeitung deſſelben umfaßt einen ſehr bedeutenden und weſentlichen Theil ſeines Inhalts. Es giebt nicht leicht ein techniſches Fach, in welchem mehr Fehler und Albernheiten begangen werden, als in den Feuerungsanlagen, und in unſerm lieben deutſchen Vaterlande, wo man ⅔ bis ¾ Theile des Jahres heizen muß, findet man trotz aller unerſchwinglichen Holzpreiſe, noch ſo ſchlechte und unvortheilhafte Heizmethoden, daß ſowohl Architecten, Maurermeiſter, Töpfer, Ofenfabricanten jeder Art, als auch Hausbeſitzer, nicht die Gelegenheit verſäumen werden ſich eine nöthige Belehrung zu verſchaffen. Vorliegende deutſche Ausgabe darf nicht als bloße Ueberſetzung, ſondern als die Bearbeitung eines Mannes angeſehen werden, der mit den abgehandelten Gegenſtänden vollkommen vertraut iſt.

Schultz, J. A. (Civ. Ingenieur und Chemiker in Prag), neues, wohlfeiles und bewährtes Verfahren, das Holz zu conſerviren, daſſelbe auch gegen Fäulniß, Schwamm und Wurmſtich zu ſchützen, ſowie es zu verhärten, deſſen Zuſammenziehen und Ausdehnen entgegenzuwirken, ihm bleibende Elaſticität zu geben und es in ſeiner Maſſe dauerhaft gefärbt zu erhalten. Nebſt Anleitung zur Holzeſſigfabrication in geſchloſſenen Gefäßen,

ſowie zur Meilerverkohlung. Mit 4 Quarttafeln 4. $\frac{1}{2}$ Rthl. oder 54 kr.

Die Zeitſchrift für Mechaniker ꝛc. I. 1. ſagt: „Wir müſſen es dem als tüchtigen Techniker bekannten Herrn Alex. Schultz Dank wiſſen, daß er das über die ſo höchſt wichtige Holzconſervation Bekannte und Zweckmäßige in einer einem Jeden zugänglichen Schrift zuſammengeſtellt hat, da Alles dies in einer Menge von theuren und unzugänglichen Zeitſchriften ſyſtemlos zerſtreut war. Auch ſind manche eigne und noch gar nicht bekannte Verfahrungsarten hinzugefügt. Er redet zuvörderſt von der Beſchaffenheit der Pflanzen und insbeſondere des Holzes, und von der Veranlaſſung ihrer Zerſtörung; ferner von den älteren und neuern Verfahrungsarten, das Holz zu conſerviren und von den Erhaltungsmitteln durchdringen zu laſſen; von dem Conſervationsvermögen und den Vorzügen des holzeſſigſauren Eiſens; von einem neuen Verfahren, das Holz von der Erhaltungsflüſſigkeit durchdringen zu laſſen; von der Anwendung vorhergehender Verfahren, dem Holze verſchiedene geſuchte Eigenſchaften zu verſchaffen; von der Beſchaffenheit der gebräuchlichſten Holzarten, und endlich von dem Holzeſſige.“

Bei der Sorge, welche uns namentlich die Verminderung und der Mangel des Bauholzes für die Zukunft auflegt, kommt das von D. Boucherie erfundene wichtige Verfahren, ihm in jeder Beziehung die größte Dauer zu geben, ſehr zur rechten Zeit, um ſo mehr, da es ſich durch die Anwendung als eine höchſt reelle Erfindung allenthalben bewährt hat. Auch die Verſuche, die der Verfaſſer damit angeſtellt, haben ihn von der Leichtigkeit der Anwendung und den geringen Koſten, die ſie erfordert, ſowie von deren beſten Erfolgen überzeugt, und dieſes veranlaßt ihn, einen Gegenſtand, der für den Holzhandel, für Bauten und für die Holzpreiſe von ſo großer Wichtigkeit iſt, hier näher zu erörtern, und ihn der Aufmerkſamkeit der Staatsregierungen und Forſtmänner zu empfehlen.

Gerſtenbergk, H. v., Tafeln zur Berechnung der Bauſtämme, Bloche, Klötze und vierkantig beſchlagenen Hölzer nach dem Kubikfuße, ſowie der Breter, Bohlen und Fourniere nach dem Quadratfuße. Nebſt Nachweiſung der aus einem Bloche zu ſchneidenden Waarenſorten und zur Auf-

Digitized by Google

findung des Geldbetrags in allen drei, jetzt in Deutſchland gültigen Hauptwährungen. 8. $\frac{5}{6}$ Rthl. oder 1 fl. 30 kr.

Protz's landwirthſchaftliche Berichte, 30. Heft, ſagen: „Diejenigen, welche mit dergleichen zeitraubenden Berechnungen viel zu thun haben, können ſich durch Anſchaffung dieſes Werkchens eine große Zeitverſäumniß erſparen, weshalb es als wirklich nützlich zu empfehlen iſt." — Die Beilage zu Band II. Nr. 12 der Wiener allgemeinen Bauzeitung von 1844 ſagt: „Eine gewiſſe Fertigkeit im Rechnen iſt nicht Jedermanns Sache, auch ſind die hier vorkommenden Berechnungen, da ſie gewöhnlich in größerer Anzahl gemacht werden müſſen, immer zeitraubend. — Tafeln, welche daher dieſer Arbeit entheben, und ſo auch vor manchen Fehlern ſichern, ſind demnach eine angenehme Gabe; freilich müſſen ſie, wie die vorliegenden, mit großer Gewiſſenhaftigkeit abgefaßt und zweckmäßig eingerichtet ſeyn. Die einzelnen Tafeln dieſes Werkes ſind bequem eingerichtet und umfaſſend. Wir haben hie und da mehrere Angaben nachgerechnet und ſie richtig gefunden.

Die Erfahrung beſtätigt immer mehr, daß ſich die Werthsermittelung der Hölzer am Sicherſten durch deſſen Berechnung nach Kubik- und Quadratfußen beſtimmen läßt. Die vorhandenen literariſchen Hülfsmittel zu dieſer Berechnung ſind für die praktiſche Anwendung zu einſeitig und unzugänglich und können den vorſtehenden Tabellen, welche die Holzberechnungen in ſo mannigfachen und ſpeciellen Formen aufſtellen und für alle Fälle Befriedigung gewähren, nicht an die Seite geſtellt werden, weshalb ſie als ein vorzügliches, in dieſer Art noch nicht vorhandenes, große Erleichterung und völlige Sicherheit gewährendes Hülfsbuch den Geſchäftsmännern empfohlen werden können, auch bereits von dem als Mathematiker ſo ausgezeichneten Herrn Profeſſor D. Kunze in Weimar das Zeugniß erhalten haben: „daß ſie hinſichtlich ihrer praktiſchen Brauchbarkeit vor allen andern zu empfehlen, daß ihre Anordnung mit ſolcher Umſicht und Sorgfalt getroffen, daß das Aufſuchen der verſchiedenen Holzſtücke nach beſtimmten Dimenſionen ungemein leicht und einfach ſey, und daß ſich deren richtige Ausrechnung bei allen Nachrechnungen, Prüfungen und Proben als zuverläſſig bewährt habe."

Blauel, J. C. A., über den, den Mangel des Holzes, beſonders des Eichenholzes am beſten erſetzenden Lerchenbaum (Pinus Larix), nebſt

Digitized by Google

Anweiſung zur Holzzucht, insbeſondere der Lerchen, und mit zwei Anhängen über die Weymouthskie-fer (Pinus Strobus) und einen neuerfundenen Realpflug mit Riß dazu. gr. 8. ⅓ Rthl. oder 36 kr.

Die Ergzgs.-Bl. Nr. 25 zur Jen. Litztg. 1832 ſagen: „Die höchſt gemeinnützige Idee des Verfaſſers iſt in dieſer kleinen Schrift ſehr gut auseinandergeſetzt und verdient bei dem zunehmenden Holzbedürfniß die größte Beachtung.“

Der Herr Verfaſſer zeigt die Vortheile des Lerchenbaums — mit Recht der König und die Krone der Nadelhölzer genannt — in ihrer ganzen Bedeutſamkeit und empfiehlt ihn beſonders zur Benutzung wüſtliegender, in alten Zeiten mit Holz bewachſen geweſener Berge, welche dermalen zu einer ewigen Unfruchtbarkeit verdammt ſcheinen.

Sparofen, der transportable, oder Anweiſung zur Verfertigung eines in Frankreich erfundenen Heizungsapparates, der mit einem, Jedermann zugänglichen Brennmateriale und auf eine äußerſt wohlfeile Art geheizt wird und als Bettwärmer, Wärmekorb, als Fußwärmer im Hauſe, wie auf der Reiſe, als Küchenheerd und ſelbſt zur Heizung kleiner Zimmer benutzt werden kann. Nebſt Beſchreibung eines Schreibtiſches, der mittelſt dieſes Apparats eine behagliche und wohlthätige Wärme um ſich her verbreitet, und an dem man weder an den Füßen, noch an den Händen Kälte empfindet. Aus dem Franzöſiſchen. 12. broch. ¼ Rthl. oder 27 kr.

Die hier in Rede ſtehende Erfindung kann unter die gemeinnützigſten gezählt werden, die es je gegeben hat. Entfernt von allem Charlatanismus, iſt ſie eben ſowohl auf bewährte Erfahrung, als auf die Geſetze der Chemie und Phyſik feſt gegründet und für die Menſchheit von außerordentlichem Nutzen. Um dieſes darzuthun, begnügen wir uns mit Anführung der Thatſache, daß dasjenige Brennmaterial, was hinreichend iſt, ein Zimmer den ganzen Winter hindurch vollkommen zu heizen und die Speiſen für eine kleine Familie zu bereiten, für einen Thaler angeſchafft werden kann.

Digitized by Google

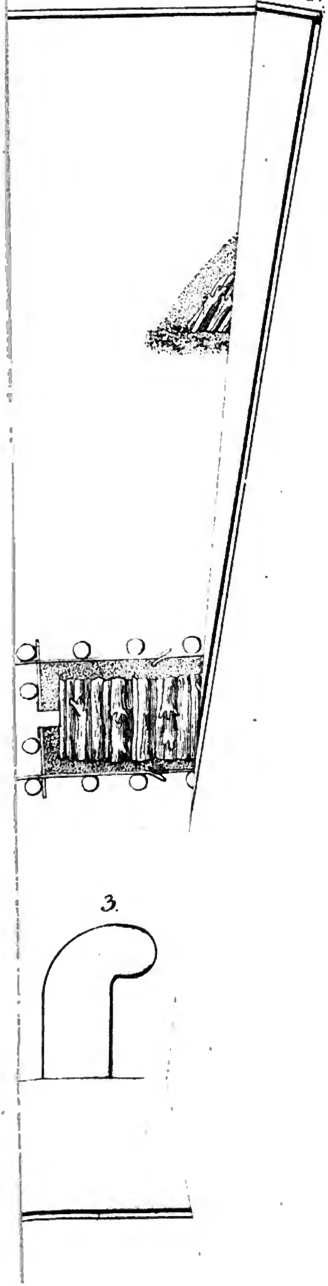
Matthaey, C. L., der Ofenbaumeiſter und Feuermechaniſt, oder die Kunſt, die Wirkung des Feuers zu vermehren, in Anwendung der beſten und neueſten Heizungs- und Erwärmungsarten unſerer Wohnungen. Ein Handbuch für alle Ofenfabricanten, Eiſenhüttenbeſitzer, Töpfer, Maurer und Alle, welche ſich mit den Anlagen der Feuerungsarten beſchäftigen, und denen an wohlfeiler und geſunder Erwärmung ihrer Wohnungen unter eleganten Geſtaltungen der Wärmekörper gelegen iſt. Mit vielen Beiſpielen neuerfundener Oefen und Camine, ſowohl zur Erwärmung wie zum landwirthſchaftlichen Gebrauch auf 28 lith. Tafeln. Zweite verbeſſerte und durch eine Abhandlung über Luftheizung größerer Räume, rauchverbrennende Oefen und die neueſten Koch-, Brat- und wirthſchaftlichen Vorrichtungen vermehrte Auflage. 8. 1¼ Rthl. oder 2 fl. 15 kr.

Von der zweiten Auflage ſagt die polytechniſche Zeitung 1841, Nr. 5[illegible]: „Ein ſehr brauchbares Werk, welches die vorzüglichſten Oefen beſchreibt und auch eine richtige Theorie der Feuerung giebt.“

Nachdem ſchon die erſte Auflage dieſes Buches von 1830 in vielen Blättern, namentlich der Leipz. Litz. 1831, Nr. 210, Beck's Repertorium 1830, III. als vollſtändig, gut, praktiſch und zweckmäßig angelegentlich empfohlen worden war, ſo ſind für deſſen Vervollkommnung bei dieſer zweiten Auflage vom Verleger und Verfaſſer alle Anſtrengungen gemacht worden. Man kann annehmen, daß dieſes umfaſſende Werk alle kleineren Schriften über Feuerungen entbehrlich macht, denn es umfaßt alle beſſeren Einrichtungen, welche in einer Unzahl von Brochüren und Journalen bis auf den heutigen Tag vorgeſchlagen ſind; nur ſolche ſind weggeblieben, die nach langer Prüfung, Verſuchen und Erfahrung als probehaltig nicht befunden wurden.

Digitized by Google

ab. I.



Digitized by Google

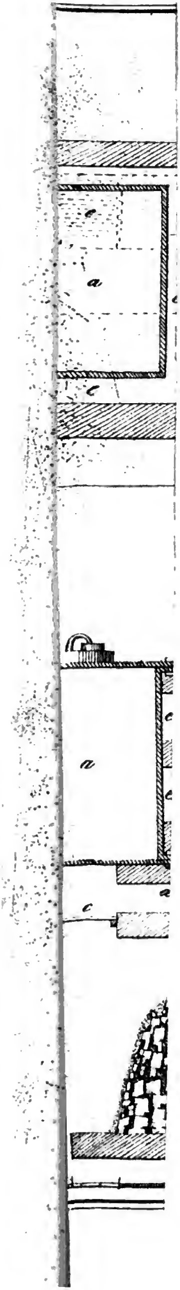
THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Digitized by Google

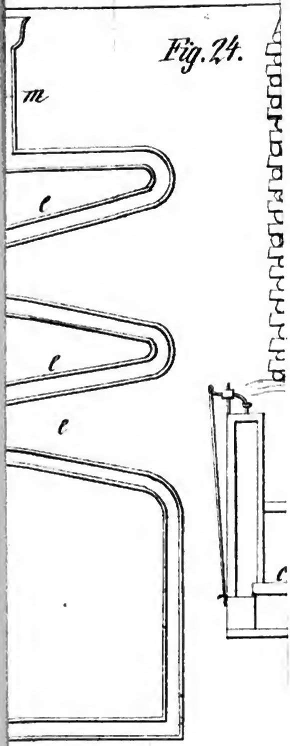


Fig. 24.

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

B'D. DEC 24 1912

Digitized by Google

Digitized by Google